改变世界的下一波浪潮

中英文全球同步推出
一场即将到来的财富革命

RISE OF THE ROBOTS

TECHNOLOGY AND THE THREAT OF A JOBLESS FUTURE

机器人时代

技术、工作与经济的未来

[美] 马丁·福特（Martin Ford）◎著
王吉美 牛筱萌◎译



中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

版权信息

书名:机器人时代

作者:[美]马丁·福特

译者:牛筱萌

ISBN:9787508651750

中信出版集团制作发行

机器人自动化将是实现“中国制造2025”这一目标的重要工具。

——工业和信息化部

献给特里斯坦（Tristan）、科林（Colin）、一霖（Elaine）和晓晓（Xiaoxiao）

专家推荐一

马丁·福特《机器人时代》值得人们阅读的最重要的理由在于，作者提出，把人们的阅读时间，从花在相对不太重要的主题，引向一个权重更大的主题上，指向他说的“人类历史上最大的事件”。

人类将迎来“奇点”时刻

如作者指出的，随着机器人从弱人工智能时代演进到强人工智能时代，人与机器之间互相加强的正反馈循环不断加快，最终的结果是将产生“智能爆炸”，很可能最终生产出一台比任何人类都聪明十万甚至上百万倍的机器。像霍金说的，这“将是人类历史上最大的事件”。

本书指出，如果这样的智能爆炸真的发生的话，肯定会对人类产生巨大的影响。事实上，它很可能对我们的整个文明都将造成破坏，更别说我们的经济了。用未来学家和发明家雷·库兹韦尔的话说，它会“撕裂历史的结构”，迎来一个被称为“奇点”的事件或者时代。

奇点或者说质变点的到来，产生了关于机器人的“斯芬克斯之谜”。

斯芬克斯之谜的原题是：什么动物早晨四只脚，中午两只脚，晚上三只脚？答案是人。如果用来问机器：什么机器早晨四只脚，中午两只脚，晚上三只脚？答案可能是机器人。

儿童眼中的机器人，是呆萌的机器人。机器人迈着略显笨拙的步态，一停一顿地模仿着人的行为，就好像婴儿四脚八叉，走走停停，

东张西望，在模仿父母。

成人眼中的机器人，是可怕的机器人，因为它更像两条腿的竞争者，但向老板索取更少，干活更卖力，它迈着机械的步伐，不可抗拒地走来，对人的饭碗构成现实的威胁。

老人眼中的机器人，变成智慧的机器人，变得柔顺安静，但深不可测。它拄着一副点石成金的拐杖，向你走来，人们不知它是敌是友。

当人的斯芬克斯之谜，与机器人的斯芬克斯之谜正面相遇，会发生什么事情?

机器人vs人

对机器人的近忧

作者把机器人分为两类，一类叫专业或“弱”人工智能机器人，“比如能搬箱子或做汉堡的机器人，能创作音乐、写报告，或在华尔街交易的算法”，相当于机器人中的蓝领。

“弱”人工智能机器人给人们带来的问题，属于近忧。最主要的问题是抢人的饭碗，带来人的失业。

作者说了一句特别刻薄的话：计算机要取代你的工作并不需要复制你所有的智力，它只需要完成你为获得报酬所做的具体事情就好。这等于说，发明蓝领机器人并不需要在做好事方面有多高的能力，只要能达到抢人饭碗的要求就够了。

这主要是因为，“大部分劳动力从事的工作任务在一定程度上是常规和可预见的”，“现实世界人工智能的专业化性质并不一定会阻碍很多工作最终实现自动化”。

实证的例子是，美国从中国抢回制造业，曾没有显著提高美国就业。因为在中美工资差距作用下，就业机会都被机器人抢走了。书中指出，2014年5月，美国就业人数终于回到大衰退前的峰值，但是收入却下降了。

对机器人的远虑

但这还不是最坏的消息。人类水平的人工智能被称为“强人工智能”。它能达到远高于蓝领工人的智能水平，甚至超过整个人类的智能水平。

书中介绍，雷·库兹韦尔在2005年出版的《奇点临近：当人类超越生物学》一书中预测，第一台真正的智能机器将在21世纪20年代末建成，奇点本身将在2045年左右发生。库兹韦尔希望利用奇点的到来，在父亲的墓地采集其DNA，然后让父亲复活。奇点人更多的兴趣是让自己永生，为此正在设计“长寿逃逸速度”的计划，来实现中外历代皇帝的长生不老梦。

问题是，人的永生会不会同时又是人的终结？1993年圣迭戈州立大学的弗诺·文奇在“即将到来的技术奇点”中写道：“在未来30年间，我们将有技术手段来创造超人的智慧。不久后，人类的时代将结束。”道理很简单，如果机器人的智慧超过人类的程度达到一定水平，比如像人与宠物现在的智力差距的水平，机器人会不会拿人当宠物，甚至更糟糕，先当藏獒宠着，然后就送去当肉类处理？

20年前《网络文化丛书》组织的小汤山会议上，有人就曾设身处地为机器人着想，推测它们一旦征服人类后，处置人类的“最经济”的

办法：把比较耗费饲养成本的人类身体抛尸掉，把适合干活的人头割下来，像灯泡一样安在工作台上，接上营养液，为机器人打工。这让我感到不寒而栗，人类将来看待机器人时的眼神，会不会就像猪和牛们在被做成火腿肠前那样绝望与无助?

书中有个对强人工智能专家的调查，结果是：42%的人认为能思考的机器将在2030年前创造出来，25%的人选择在2050年前，20%的人认为2100年之前会发生，只有2%的人认为永远不会发生。你，希望这一切最早在15年后就发生吗?

作者的视角以及对这种视角的超越

作者希望通过他有所过滤的事实，引导人们从以下视角看待机器人时代：加速发展的技术能否将我们的整个体制颠覆到某个程度，以至于可能需要进行根本性的结构重组来维系我们的繁荣?

这无疑是有意义的。通过制度变化来适应或驾驭技术变化，这是正常人应有的思维。但问题是，我们需要对技术问题进行更全面的判断，以看出问题的两面性。作者的知识结构中，有一片明显的空白。“自由意志”这个词，在全书中没出现一次。而这可能正是开启不同答案的钥匙。读了本书，人们可能沉浸在科技主义者预设的世界情境中难以自拔。在看完本书之后，建议换位成人文主义者的视角，再把问题重新审视一遍，有助于钻进去，再跳出来。

“弱”人工智能机器人一定导致作者所说的低就业和低收入吗？按美国奥巴马和罗姆尼竞选时的那种见识水平——两党候选人均没看出从中国夺回制造业，由于机器人与自动化的干扰，增加不了美国就业——这个问题确实存在。但早在2012年11月20日，我向清华大学学子介绍安德森时，就提出“新工业革命”是一个反例。因为“创客”就是一种反向提高就业和收入的劳动密集型的技术经济形式。因此说，安德森的见识超过奥巴马和罗姆尼。

问题症结在于，机器人理论忽略了人的自由意志的基本表现形式，即人是有主观能动性的，这导致人会创新。一旦“机器”（如开发工具）可复制并零门槛提供给劳动者，会以创客这样一种大众创新的方式开辟新就业方向。机器指向的是专业化，人指向的却是多样化。机器人只能取代专业化的人，却无法取代多样性的人。前者称为劳动力，后者称为劳动者。

“强”人工智能机器人会毁灭人吗？强人工智能可能不仅具有专业化能力，而且可以降低多样性的成本，但这只是智能，而非智慧。人的自由意志的高级表现形式，就是智慧。人工智能与人工智慧的关系，好比极限的数列与极限值的关系，永远趋近，可以近似认为相等，但永远达不到。这是最大胆的人工智能专家也不敢称自己是人工智慧专家的原因。

因此，事实真相很可能是：机器人与人的距离，以斯芬克斯的标准衡量，永远等于奥林匹斯山下的凡人与奥林匹斯山上的众神的距离。人子，请以宙斯之眼俯视机器人时代！

姜奇平

中国社科院信息化研究中心秘书长

中国社科院信息化与网络经济室主任

专家推荐二

中国近代衰落的源头是我们错过了工业革命，所以作为工业文明的后来追赶者，我们整个社会对技术的发展普遍持有正面而乐观的期盼。小平同志在1992年南巡中的一段话，非常典型地反映了我们对技术进步的积极乐观的态度：“搞科技，越高越好，越新越好，我们也就越高兴。”而2015年开始流行的“互联网+”也透露出了同样的对技术进步而怀有的普遍单纯乐观的情绪，这四个字在许多国人的心中仿佛是现实版的“芝麻开门”。

对于近现代技术的进步，在其发源地西方，人们的立场则有所不同。自从现代电子计算机在20世纪40年代诞生，信息技术经过了70年的发展，今天正在跨过一个关键的转折点——信息技术基于日益强大而廉价的计算能力，开始对社会的方方面面形成全面的冲击。西方许多学者对此做了见仁见智的分析预测。既有技术乐观主义者坚信新一轮繁荣正在到来，也有悲观主义者预计“奇点”将要降临，担忧人类被超级人工智能奴役甚至毁灭。

不过真实往往在极端之间。信息技术带来的不会是单纯的繁荣，也有严峻的挑战。超级人工智能，显然还是遥远的科幻，大名鼎鼎的物理学家斯蒂芬·威廉·霍金对人工智能技术的发展充满了担忧。

本书的作者，正是一位对技术进步持有理性审慎态度的西方人士。在书中，他利用丰富翔实的资料，生动而全方位地向我们展示了从人类的体力到智力的活动范围内，在从库房物品搬运、智能制造、网络化教育、自动驾驶汽车，到医学诊断等众多的领域里，借助有型的机器人与无形的智能应用所取得的惊人成就与带来的深刻变化。让专注于自己工作领域的我们，得以领略到智能化的信息技术对整个社

会带来的超出我们日常感受的全面而深刻的影响，有助于我们更加全面深入地理解当前中国社会关注的“中国制造2025”、“互联网+”等信息技术应用的方向。

然而作者并没有止步于渲染智能化信息技术成就的辉煌，更没有借助臆想去预言技术进步引发的“灾难”的降临，而是怀着对人类普罗大众未来真挚的关注，通过大量的历史与现实社会经济数据的分析指出，这一次信息技术的加速发展将不同于工业革命之后的历次技术进步。因为它带来的智能化的应用将使人的劳动——不仅包括一般性的体力劳动，而且包括复杂的脑力劳动——的价值受到严峻挑战。这次的技术进步带来的不是劳动收入的同步增长，而可能恰恰是相反。人的价值的如此普遍的降低，将带来严重的社会发展问题。这正是作者站在人类社会发展的高度，对智能化信息技术发展的影响而做的深刻思考，并进而提出了解决这些问题的思路。

作者的忧虑，不是如“奇点临近”那样科学依据不足的想象，而是基于信息技术已经产生的影响以及对信息技术未来发展的洞察。这种理性审慎的思考，对于正在崛起的中国，对于一个对技术进步有着单纯美好情感甚至浪漫憧憬的民族，无疑具有重要的启迪。当我们不再那样落后，当我们已经走到了对引领者能够望其项背的阶段的时候，我们需要对科学技术发展对社会的影响有一种更加理性客观的思考与认识。

如果我们仔细体会作者的思路就会发现，虽然作者的思考主要是基于现代工业文明的框架，但是他对信息技术正在与即将产生的对社会的巨大冲击的敏锐而深刻的感受，已经超越了工业文明而触及更为深远的未来。正如作者所言：“加速发展的技术能否将我们的整个体制颠覆到某个程度，以至于可能需要进行根本性的结构重组来维系我们的繁荣？”

确实，智能化信息技术带来的冲击，已经超越了工业文明。数字集成电路提供的日益强大而廉价的计算能力，正在推动我们进入到人类历史上第四个技术文明形态——信息文明。从历史上看，每一次文明的跃迁，都不是新的技术简单地去加强和提高已有的社会生产与生活过程，而是在此之上开拓出了全新的疆域。这种开拓对于传统常常具有颠覆性影响，从而彻底改变了社会的方方面面。

如果说工业文明的核心是用人工可控的动力强化了我们在物质世界的行为能力的话，信息文明则不仅仅会进一步提升我们在物质世界中的行为能力，它最重要的影响可能是在物质世界之外，创造出了一个相对独立、与物质世界密切联系并相互作用，而且远比物质世界复杂的虚拟世界。

这个虚拟世界之所以复杂，是因为它基本不受物质运动规律的制约，而只受人的意识操控。脱离物质的虚拟之物并非鲜见，但是与物质世界又有强烈互动的确实不多。现代信用货币算是一个。自从货币与黄金脱钩之后，它就像一个难以被降伏的怪兽。有时它像一个天使，给社会经济发展带来强大的动力；有时它像一个魔鬼，带来无法预期的金融经济灾难。借助信息技术，人们创造出了各种复杂的虚拟金融衍生产品，在促进实体经济发展的同时，也带来财富不断地向少数人的集中。

信用货币迄今的表现，还仅仅借助了信息技术比较初级的能力。未来信息技术创造出来的虚拟世界，将会有比此复杂万千倍的虚拟世界的运动变化方式，与现实世界的联系也将是千丝万缕。在这种虚拟世界与现实世界之间的复杂作用，将使得信息文明与工业文明全然不同。这是人类进入信息文明时必须面对的前所未有的挑战，这个挑战超越了国家、民族乃至信仰。

中国作为唯一一个跨越了所有人类文明形态的大国，要想在曙光初现的信息文明阶段，实现历史性跨越，从工业文明的追随者进步为

全球信息文明的引领者之一的话，我们就不能满足于对技术进步的单纯热情，而需要一批像本书作者那样怀有对人类共同未来真挚关注的积极理性的思考探索者，去推动社会积极主动地适应技术的发展，妥善应对技术进步带来的挑战，使技术的进步能够有效地服务于大众的福祉，促进社会走向更加繁荣与公正。

人类不是上帝，但是人类应该有足够的智慧驾驭好自己的创造。我想，这也是这本书的作者希望传递给读者的信心；我相信，有心的读者也一定能够从本书所呈现的作者所做的全面而深刻的思考与探究中汲取这样的智慧，去创造一个更加美好的人类未来。

谢耘

“科技北京百名领军人才”之一

神州数码首席科学家

中文出版序

本书缘起于20世纪90年代中期。当时我在硅谷成立了一家小公司，为微软开发技术软件。那个时候，软件公司仍然需要大量的劳动力。软件被刻在光盘上，要运行软件就得生产光驱。而几乎所有的商业软件产品都附带着纸质说明书，因此必须有人来印刷和装订。这些实物产品还要给客户包装好再运送过去。所有这一切意味着对各种技能和教育背景的人来说，都有大量的就业机会。

到2008年，当我开始认真地就技术进步可能会给就业市场和经济带来的影响进行思考和写作时，我公司的软件业务发生了巨大的变化。软件的订购和客户交付都以电子方式在互联网上进行。软件也越来越没有“交付”可言，而只是托管在“云端”（或巨大的计算中心），接受客户的远程访问。这意味着，曾经生产光驱和纸质说明书，然后把这些东西进行包装并运送给客户的所有工作都在迅速消失。而在包括音乐、报纸和电影租赁服务等容易受到数字化影响以及可以通过互联网交付的其他行业，同样的改变也已经发生了。

与此同时，人们清楚地看到机器人和人工智能领域正蓄势待发，很快取得显著的进步。比尔·盖茨有个著名的说法是，当他初创微软时，当时的机器人技术与个人电脑发展水平大致相当，而很快，机器人将像个人电脑一样几乎无处不在。我开始相信，我公司的软件业务发生的变化其实预演了整个就业市场和经济可能要出现的情形。这意味着我们很快就要面对一股巨大的破坏力量，无论对我们的经济还是社会结构都将构成重大的挑战。这个问题促使我在2009年写成并出版了我的第一本书。

这本书吸引了成千上万的读者，他们当中的许多人与我联系，分享了技术和自动化如何影响了他们的职业和企业的具体例子。我收到的信件来自工程师、商务人士、经济学家和普通工人，我有很多机会来讨论技术如何可能威胁到未来的就业机会，以及我们为适应这些变化可能会制定的政策。《机器人时代》借鉴了我从这些讨论中学到的东西，还包括很多最新的例子，用以说明机器人技术和人工智能如何已经在广泛的行业和专业影响了就业市场，包括制造业、医疗保健、教育以及服务业的各种就业机会。

在我出版了第一本书之后的5年时间里，技术对各种职业造成的威胁已经变得更加明显，并得到了更广泛的讨论。2009年的时候，还几乎没有人谈论这个问题，甚至提到它就得冒着被称为“勒德分子”[注]的风险。而现在，美国和欧洲的媒体已经充斥着关于机器人在未来几十年中如何可能窃取达一半的就业机会的报道。

当技术失业的阴影已经成为西方的一个热议话题时，似乎很少有人知道，机器人革命对中国很可能带来甚至更具戏剧性的影响。这是因为机器人和人工智能的影响到来的时候，中国还处在向富裕国家过渡的进程中。美国有能力在技术还远未达到先进时，依靠工厂就业建立起强大的中产阶级群体，而中国却要在机器人时代来面对这一问题。

在美国，绝大多数人都在服务行业工作，而在中国，制造业当然是一个更重要的就业方向。但是，工厂正在迅速变得更加自动化。自动化技术已经对中国工厂的就业产生了巨大的影响：1995~2002年，工厂提供的就业机会减少了约1 600万个，这相当于中国制造业提供的总就业机会的15%。还有大量证据表明，这一趋势还将加速。2015年2月，富士康总裁郭台铭说，公司的目标是在三年内将70%左右的工厂工作实现自动化。一年前，郭台铭曾透露说，富士康有一家完全机械化的工厂，为成都一家“非常知名的公司”生产产品。这家自动化的工

厂昼夜不停地生产产品，而且在黑暗的环境中也能照常进行：因为那里没有工人，也就没有必要把灯打开。

不可避免的是，工厂提供的就业机会将继续在中国消失。而中国在厂房、道路和住房等基础设施建设领域的持续大量投资是就业机会的另一重要来源。但几乎所有的经济学家都认为，中国将不得不马上重新平衡经济，使其摆脱对投资如此强烈的依赖，转而依靠国内消费。这是一个巨大的挑战，因为它意味着中国家庭需要更多的收入，并且他们将不得不减少储蓄，花更多的钱来购买中国企业提供的产品和服务。换句话说，工厂和基础设施建设提供的就业机会的减少，意味着中国将必须做出西方国家已经做出的同样的转变：中国必须更多地变成消费经济，并且要在服务业雇用更多的人。

然而，本书将明确地表明，许多服务行业的工作也很容易受到自动化的影响，并且受到影响的并不只是没有受过太高教育的蓝领工人的工作。在美国，一些技能性行业的工作机会，比如法律、新闻甚至是计算机编程等都已经受到了智能软件的威胁。这一切都意味着，中国正处于一个十字路口，而机器人和人工智能的崛起给这个国家带来的既是挑战，又是机会。即使中国成功应对了人口老龄化和经济增长对环境的负面影响等关键性的挑战，它还需要适应技术的迅速发展。很多分析家预计，中国很快就会成为世界最大的经济体，因此，其能否成功应对这些挑战将会对整个世界产生巨大的影响。

---

1. “勒德分子”，原指那些捣毁机械的人，后来引申到反对机械化和自动化的人，意在提醒人们不要太过依赖技术。——编者注

前言

在20世纪60年代，诺贝尔经济学奖得主米尔顿·弗里德曼曾担任亚洲一个发展中国家政府的顾问。他当时被带到一个大型公共工程项目的现场。在那里，他很惊讶地看到很多工人挥舞着铁锹，但很少看到推土机、拖拉机和其他重型推土设备。当他问及这个问题时，政府官员解释说，该项目旨在实现一项"就业计划"。"那么，为什么不给工人勺子来代替铁锹？"弗里德曼的这一句犀利回应成为经典。

弗里德曼的说法确实反映了经济学家们担忧机器有朝一日造成工作机会流失和社会长期失业的一种怀疑心态，很多时候这种心态更表现为一种直接的嘲弄。从历史上看，这种怀疑似乎有理有据。在美国，尤其是20世纪，不断革新的技术一直推动着人们走向一个更加繁荣的社会。

技术进步的过程中当然产生过一些困扰，有时这些困扰还较为严重。农业的机械化抹掉了数以百万计的就业机会，使得大批失业农民奔赴城市工厂寻找工作。后来，自动化和全球化又将制造业工人推向新的服务业中去。在这样的过渡期里，短期失业是常常出现的问题，但这种情况并未蔓延和持续，新的就业岗位就很快产生了，一无所有的工人也找到了新的机会。

此外，这些新的就业机会往往比之前的要好，它们需要工人具有更高的技能，当然也会开出更高的工资，而这一点在"二战"结束后的25年间体现得尤为明显。这段美国经济的"黄金时代"，是快速发展的技术进步和美国工人福利之间近乎完美的融合。由于生产机器效率的提高，使得操作这些机器的工人的生产力也相应提高，因而工人们变得更有价值，可以要求更高的工资。在整个战后时期，先进的技术使

生产力水平急剧提升，同时直接带来了普通工人工资水平的相应增长。这些工人又反过来用自己不断增加的收入到市场上进行消费，从而进一步推动了对产品和服务的需求。

在这种良性循环助推美国经济向前发展的时候，经济学专业也在享受着自己的黄金时代。就是在同一时期，像保罗·萨缪尔森这样的巨擘将经济学转变成一门具有较强数学基础的科学学科。经济学几乎逐渐被复杂的定量和统计技巧完全主宰，经济学家们开始建构各种复杂的数学模型，这些模型至今仍然是经济学的学科基础。战后的经济学家们尽职地工作着，他们观察着周围的繁荣经济，并自然地认为这一切都很正常：这就是经济本来运行的样子，也始终都该是这个样子。

贾雷德·戴蒙德在他2005年出版的《崩溃：社会如何选择成败兴亡》（*Collapse: How Societies Choose to Succeed or Fail*）一书中讲述了澳大利亚农业的故事。在19世纪，当欧洲人首次到澳大利亚开拓殖民地的时候，他们看到了一片郁郁葱葱的绿色风景。如20世纪50年代的美国经济学家一样，澳大利亚的殖民者认为他们看到的一切都是正常的，而且这种情况会一直继续下去。他们在这片看似肥沃的土地上投入巨资，开发农场和牧场。

然而，一二十年的时间内，残酷的现实发生了。农民们发现，实际上这里的气候远比他们最初认为的要干旱得多。他们最初来到这里的时候，只是运气好（或者也许算不幸），正好赶上了一切都有利于农业发展的“黄金期”。如今，在澳大利亚，你还可以找到那些命运多舛的早期投资的遗留物——那些建在沙漠中的废弃农舍。

我们有充分的理由相信，美国经济的黄金期也同样走到了尽头。生产力的提高和工资上涨之间的共生关系于20世纪70年代开始瓦解。截至2013年，一个普通产业工人或者非管理岗位职员的收入比1973年减少约13%（调整通货膨胀因素后），与此同时，生产率飞涨了107%，而家庭大宗消费如住房、教育和医疗的费用也已经飙升。

2010年1月2日，据《华盛顿邮报》报道，21世纪的前10年没有创造任何新的就业机会，就业增长率为零。这是大萧条以来的任何年代都没有发生过的。事实上，战后10年从未有过就业率增长低于20%的时候，即使在充满着滞胀和能源危机的20世纪70年代，就业率也增加了27%。21世纪这流失的10年，美国经济本需要每年创造大约100万个就业岗位以跟上劳动规模的增长，在考虑这一点后，这10年的实际情况着实令人震惊。换句话说，这10年本应有的1 000万个工作岗位根本没有出现过。

收入不平等也飙至1929年以来从未达到的水平，而有一点显然已经很清楚，即生产率的提高在20世纪50年代时能带来工人收入的增加，而现在，成果却几乎完全由企业所有者和投资者享有。与资本相反，整个国民收入中劳动力所占的份额已急剧下降，而且似乎在持续下滑。我们的黄金期的确已经走到了尽头，而美国经济也正在步入一个新的时代。

这个时代终将以工人和机器之间关系的根本转变来定义。这种转变最终将挑战我们对技术最基本的假设：机器只是提高工人生产力的工具。但事实却相反，机器本身变成了工人，而且劳动力和资本之间的界限也从来没有像现在这样模糊。

当然，所有进步都是由计算机技术永不停歇的加速发展所推动的。虽然现在大多数人都熟悉摩尔定律（Moore’s Law）这个行之有效的经验法则，它表明每18~24个月计算能力就大致增加一倍，但不是每个人都能完全感受到这个非同寻常的指数级增长带来的影响。

试想一下，你上了自己的车，开始以每小时5英里[注]的速度驾驶。你开了一分钟后，加速到每小时10英里，又开了一分钟，速度再提高一倍，如此继续下去。真正值得一提的，不是你的加倍提速，而是加速一段时间后你所行进的距离。在第一分钟里，你行进了约440英

尺[注]。在速度为每小时20英里的第三分钟，你将会行进1 760英尺。在第五分钟，当速度加到每小时80英里时，你将行进远超过一英里的距离。而到了第六分钟，你就需要一辆更快的汽车了，当然要有一条赛道。

现在想想，如果速度翻番了27次，你该有多快，你在最后一分钟将会前进多少。而这大致就是1958年集成电路发明以来计算能力的加倍次数。正在进行的这场革命也不只关乎速度的增加，而是在加速持续一段时间后，每一年所取得的进步都是令人难以置信的。

顺便说一句，你的车速已经达到了每小时6.71亿英里。在最后的第二十八分钟，你将前行超过1 100万英里。以这样的速度大约走5分钟就会把你带到火星上。概括说来，相比20世纪50年代末最初的原始集成电路的发展速度来说，这样的速度可比作当今信息技术的发展速度。

我从事软件开发方面的工作已超过25年，可以说直接见证了计算能力的加速发展。我也近距离见证了软件设计取得的巨大进步以及使程序员效率提高的各种工具。同时，作为一个小企业主，我观察到技术改变了我管理企业的方式，特别是它极大地减少了雇用员工执行日常工作的必要，而这些日常工作是任何企业的运作都必不可少的。

2008年，随着全球金融危机的爆发，我开始认真思考一直在加倍的计算能力到底意味着什么，特别是它是否会极大地改变未来几年甚至几十年的就业市场和宏观经济。我思考的结果就是我的第一本书，2009年出版的《机器危机》（*The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future*）。

在那本书中，虽然提到了技术加速发展的重要性，但我还是低估了现实生活中事物向前发展的速度。例如，我提到过，汽车制造商都在努力研究防撞系统，以防止意外的发生，接着我还写道，“随着时间

的推移，这些系统最终可以演变成能够自动驱动汽车的技术”。嗯，事实证明，“随着时间的推移”根本就没过多少时间！在那本书出版之后的一年里，Google（谷歌）就介绍了一款能在拥堵路况下完全自动行驶的汽车。从那时起，内华达、加利福尼亚和佛罗里达三个州就通过了法律，允许自动驾驶车辆在某些特定条件下上路行驶。

我也提到了人工智能正在取得的飞跃发展。当时，IBM（国际商业机器公司）的深蓝计算机在1997年击败国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫的故事可能是人工智能正在发挥其效力的极佳例证。而当IBM推出深蓝的继任者——沃森的时候，我再一次被震惊了，这台机器接受了一个更为艰巨的挑战：参加著名的电视问答游戏节目《危险边缘》（*Jeopardy!*）。国际象棋是一个有着严格规则的游戏，我们可能觉得电脑本来就应该擅长做这些。但《危险边缘》就完全是另一码事了，这个游戏涵盖了大量的知识，需要解析语言的复杂能力，甚至包括理解笑话和双关语。沃森在《危险边缘》的成功不仅令人印象深刻，而且有很强的商业应用。事实上，IBM已经将沃森定位在了医疗和客户服务等领域，以期发挥突出的作用。

我敢打赌，几乎所有人都会为未来几年，甚至几十年的进步感到惊讶。而惊讶的将不只是对技术进步本身，还有在它的影响下，就业市场和整体经济随时都可能与我们对技术与经济间交织关系的传统观念相违背。

有一个普遍的观点肯定会遭到质疑，那就是认为自动化主要是对那些没受过多少教育和低技术水平的劳动者构成威胁。做这种假设是因为这类工作往往是常规性和重复性的。这样想当然地认为之前，请先考虑下那些尖端领域发展的速度到底有多快。以前，“常规”工作可能指的是站在装配线旁的工作，但今天的现实是完全不同的。技术含量低的工作势必会受到影响，但今后那些拥有高学历的白领将发现他们的工作也难以抵挡软件自动化和运算能力的快速发展。

事实上，技术发展对工作机会的威胁，已经超出了“常规”工作类型，几乎所有“可预见的”工作都将受到技术进步的影响。如果其他人看了你过去所做工作的详细记录，他们是否也能胜任你的工作？或者别人是否可以像学生为了准备考试做练习那样，多重复几遍你完成的任务就能在某方面精通呢？如果真是这样，那么很有可能计算机的某种程序将学会你大部分或全部的工作。尤其是大数据的持续发展，会使这种可能性大增：各种组织正在采集涵盖各个领域的大量信息，很多工作和任务信息被压缩成数据，等待着有一天，一台智能机器来此钻研前人留下的记录并学以成才。

所有这一切得出的结论就是，获得更多的教育和技能不一定能有效地保障未来不受到自动化对工作的威胁。例如，专门解释医疗影像的放射科医师，他们需要大量的培训，一般高中以上水平至少需要13年。但如今，电脑在分析图像方面正在快马加鞭，愈加擅长。很容易想象，在不远将来的某一天，放射科的工作将几乎全部由机器来完成。

总之，电脑在掌握技能方面，尤其有大量训练数据可用时，正在变得非常熟练。特别是一些初级水平的工作，有可能会因此受到严重影响，而且有证据表明，这种可能性已经成为现实。应届大学毕业生的工资在过去10年实际上一直在下降，而高达一半的应届毕业生不得不从事根本不需要大学文凭的工作。其实，我在本书中还会提出，包括律师、记者、科学家和药剂师在内的很多专业技术人员，他们的工作也已经在信息技术发展过程中受到了严重的冲击。不单是这些职业，因为在一定程度上，大多数工作从根本上都是常规和可预见的，真正靠创意和天马行空的思想赚钱的人毕竟还是极少数。

因为机器承担起了常规和可预见的工作，工人们若要适应现状就必须要面临前所未有的挑战。过去，自动化技术还相对专业，在一段时间内只是扰乱某个部门的就业，这样工人们还可以转战到另一个新

兴产业中。但如今的情况就完全不同了，信息技术是一种真正的通用技术，它会对所有部门产生影响。随着新技术融入商业模式，几乎每一个现存行业的劳动密集程度都可能降低，而这个过渡期可能用时很短。与此同时，新兴产业几乎总会从一开始就采用强大的技术来节约劳动力。例如，像Google和Facebook（脸谱）这样的公司，它们已家喻户晓，并拥有巨大的市场价值，但其雇用的人数相对于它们的规模和影响力来说微乎其微。因此，我们有充分的理由相信，未来几乎所有新创产业都将上演类似的情景。

所有这一切都表明，我们正在走向一个过渡期，无论经济还是社会都将面临巨大的压力。那些曾经给工人和正准备进入劳动市场的学生提过的大多数建议，很可能现在已经无效了。现实的不幸是，很多人都在做对的事情，至少他们接受高等教育、掌握技能是没有错的，但是他们仍然无法在新的经济形势下站稳脚跟。

长期失业和就业不足除了会对个人生活和社会结构造成潜在的破坏性影响外，还会产生巨大的经济代价。生产率提高、工资上涨、消费增加三者之间的良性循环将会崩溃，其积极效应也已经严重缩水：贫富差距的急剧扩大不仅体现在我们的收入方面，还体现在消费方面。财富前5%的家庭目前的消费支出占全社会总消费支出的近40%，而这一比例还将继续提高。就业仍然是消费者获得购买力的主要机制，如果这一机制继续被蚕食，我们未来有购买力的消费者将会少到不足以继续推动大众市场经济的增长。

本书将清楚地表明，推进信息化建设正迫使我们走向一个转折点，即整个经济向着低劳动密集型转变。然而，这种转变并不一定是以一种统一或可预见的方式来完成的。这种转变在更广的经济层面上已是显而易见的，但到目前为止，尤其是高等教育和医疗保健两个行业，已经针对这种转变做出了激烈的抵抗。而具有讽刺意味的是，技

术未能实现这些行业的转变，其结果却是在其他某些方面扩大了负面影响，比如医疗和教育的成本已变成人们越来越沉重的负担。

当然，技术不是塑造未来的唯一因素。不过，它可能交互于其他主要的社会和环境挑战，比如人口老龄化、气候变化和资源枯竭等。人们通常会预测，随着婴儿潮一代退出劳动力市场，工人短缺最终会愈演愈烈，这将有效地制衡甚至盖过任何由自动化带来的影响。快速创新的产生通常纯粹地是为了一种反制力，意在最小化或甚至逆转我们对环境造成的压力。然而，正如我们所看到的，很多假设都建立在不确定的基础之上，情况肯定还要复杂得多。事实上，现实的可怕之处在于，如果我们不承认或不适应技术进步带来的影响，我们将可能会面临一个“完美风暴”：不平等的剧增、技术失业以及气候变化所产生的影响并行出现，而且在某些方面彼此放大和加强。

在硅谷，“颠覆性技术”的说法随处可闻。没有人怀疑技术有能力摧毁所有的行业，颠覆某些经济部门和就业市场。在本书中，我会提出一个更大的问题：加速发展的技术能否将我们的整个体制颠覆到某个程度，以至于可能需要进行根本性的结构重组来维系我们的繁荣?

---

1. 1英里＝1 609.344米。——编者注
2. 1英尺＝0.304 8米。——编者注

第一章
自动化浪潮

一位仓库搬运工走近一堆货箱。货箱的形状、大小和颜色各不相同，被随意地堆叠在一起。

设想一下，你可以看到搬运工脑子里关于如何搬运箱子的思维活动，然后考虑一下该问题的复杂程度。

许多货箱都是标准的棕色，而且紧紧地压靠在一起，使人很难看清楚边缘。两个箱子之间的分界线到底在哪里呢？还有一种情况是，箱子之间有间隔，并且没有对齐。有些箱子被挪过，所以有一侧悬空着。在整堆箱子的顶上，一个小箱子斜放在两个较大的箱子之间。大多数箱子都是普通的棕色或白色的纸板制成，但也有一些印有公司标识，还有一些则是要放在商店货架上展示的彩色零售包装盒。

当然，人类大脑几乎瞬间就能识别出所有这些复杂的视觉信息。工人能很容易地感知到每个箱子的尺寸和方位，并且似乎本能地知道他必须先搬开顶上的箱子，以及如何按一定的顺序搬箱子而不使其余的部分坍塌。

这正是人类大脑逐渐进化过程中所克服的一大视觉感知挑战。工人成功搬运箱子这一现象并没什么了不起，但在这里提到的工人是一个机器人。更确切地说，它是一个蛇形的机械臂，头部是一个有磁力的挟持器。机器人的理解力比人要慢，它会先注视这些货箱，略微调整视线，再思考一会儿，最终猛地向前抓起顶部的一个货箱。这个任务虽然看似简单，但机器人这种迟钝的表现几乎全部来自任务背后所

需要的惊人的复杂计算。纵观信息技术的历史，我们至少可以知道一件事，那就是这个机器人很快将会得到一次速度升级。

事实上，设计和制造这款机器人的是工业知觉公司（Industrial Perception, Inc.，硅谷的一家创业公司）的工程师，他们相信机器人最终每一秒就能搬动一个货箱。与此相比，一个工人搬一个货箱最快需要6秒。不用说，机器人可以连续工作，它永远不会疲惫或像人一样会背部受伤，当然也永远不会提出任何赔偿要求。

工业知觉公司的机器人令人惊叹，因为它能将视觉感知、空间计算和灵活性很好地结合在一起。换言之，它正在占领机器自动化的最后领地，与人类争夺所剩不多的相对常规的体力工作。

当然，机器人出现在工厂里并不新鲜。在几乎每一个制造业部门，从汽车到半导体，它们都变得不可或缺。电动车企业特斯拉公司在加利福尼亚州弗里蒙特有个新计划，要使用160个具有高度灵活度的工业机器人每星期组装约400辆汽车。每当一个新的汽车底盘到了流水线的下一个位置，便会有多个机器人围上来，协同操作。机器人能够使用机械手臂自主切换工具，完成各种任务。比如，同一个机器人能安装座位、更换设备、涂黏合剂并将挡风玻璃安装到位。据国际机器人协会称，工业机器人在全球的出货量在2000~2012年间增长了60%以上，2012年的总销售额约为280亿美元。迄今为止，全球增长最快的市场是中国，机器人装置在2005~2012年间以每年大约25%的速度增长。

虽然工业机器人可以说是速度、精度和力量的完美结合，但在很大程度上，它们只是经过精心设计的“盲目”的劳动力。它们主要依靠精确的定时和定位。在少数情况下，机器人具有机器视觉能力，但它们通常只能看到两个维度，而且还要在控制好照明条件的情况下。例如，它们可以从平整的表面选择零件，但如果其所处位置的视角无法感知深度的话，可能就会对周围环境要求很高，而环境基本都是不可预知的。这一问题造成的结果是，许多工厂的日常工作都留给了人来

完成。这类工作经常涉及衔接机器之间的作业，或者是处于生产过程端点的工序。例如，从容器中选取零件，然后将它们送入下一台机器，或装卸运送产品进出工厂的卡车。

工业知觉公司的技术使得机器人具有3D（三维）视觉，这为在一些未曾设想的领域实现跨界合作推动创新提供了一个案例研究。有个说法可能存在争议，即机器人视力的起源可以追溯至2006年11月任天堂公司推出Wii视频游戏机（任天堂的第五代家用游戏机）的时候。任天堂的机器纳入了一个全新类型的游戏控制器——无线棒，它包含了一个并不昂贵的叫作“加速计”的设备。加速计能够检测三个维度的运动，然后输出一个数据流，由游戏机进行解读。视频游戏现在可以通过身体动作和手势来控制，这带来了截然不同的游戏体验。任天堂的创新打破了书呆样的孩子绑定在显示器和操纵杆上的刻板印象，开辟了自主运动游戏的全新领域。

视频游戏行业的其他主要竞争者也予以回应。PlayStation（游戏站）的创造者索尼公司基本模仿任天堂的设计推出了自己的运动检测棒。但是，微软的目的是拿出全新的东西超越任天堂。Xbox 360（微软的第二代家用游戏主机）增设了体感器后根本不需要控制棒了。为了做到这一点，微软建立了一个网络摄像头状的装置，它具有机器3D视觉功能，这种功能部分倚仗于以色列一家叫“PrimeSense”的小公司创建的成像技术。实际上，体感游戏利用以光速运行的声呐看到3D空间：它向一个房间里的人和物发射红外光束，然后通过测量所需要的反射光到达红外传感器的时间计算出距离。玩家现在可以对着体感游戏机的摄像头，通过简单的手势和移动来玩Xbox游戏。

体感游戏机真正革命性的一点就是它的价格。先进的机器视觉技术，以前可能花费几万甚至几十万美元，而且需要笨重的设备，现在则简洁轻巧，售价仅为150美元。机器人研究人员立刻意识到了运用体感游戏技术来挖掘机器人领域的潜力。该产品推出的几个星期之内，

无论是高校的工程团队，还是个人创新人员都掌握了体感游戏技术，并且在YouTube（世界上最大的视频网站）视频上展示能够看到3D空间的机器人。工业知觉公司也决定将其视觉系统建立在体感游戏的基础上，制造出一台人们买得起的机器，这种机器能在充满不确定性的、真实的世界感知环境并与环境互动，达到接近人的水平。

多功能的机器人工人

工业知觉公司的机器人是高度专业化的机器，它们专注于以最高的效率搬运货箱。总部位于波士顿的Rethink机器人技术公司则另辟道路，打造出一款轻量级人形巴克斯特（Baxter）机器人，该机器人可以很容易地通过训练来执行各种重复性任务。Rethink公司由罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）创建，他是美国麻省理工学院的教授，世界最重要的机器人研究人员之一，同时还是制造出在伊拉克和阿富汗用于拆除炸弹的军事机器人和鲁姆巴（Roomba）自动真空吸尘器的iRobot公司的创始人之一。一台巴克斯特机器人的成本比一个普通美国制造业工人的年工资要少得多，其实质上是一个按比例缩小的工业机器人，在与人近距离接触时仍能安全运行。

与需要复杂且昂贵的编程的工业机器人相反，人们可以简单地通过所需动作移动其手臂对巴克斯特机器人进行训练。如果一台设备要用到多个机器人，可以先训练一台机器人，然后只需将所学信息通过USB（通用串行总线）设备传给其他机器人即可。机器人可以适应各种任务，其中包括轻型装配工作，在传送带之间传送零部件，对产品进行零售包装，或看护加工金属的机器等。巴克斯特机器人尤其擅长将包装成品装入装运箱。位于宾夕法尼亚州哈特菲尔德的一家组合玩具制造商K'NEX发现，巴克斯特机器人所做的紧密包装使该公司使用的箱子数量减少了20%~40%。Rethink公司的机器人有二维机器视觉能

力，其依靠搭载在双腕上的摄像头，可以拿起零件，甚至完成基本的质量检查。

机器人大增长时代即将到来

虽然巴克斯特和工业知觉公司的搬箱机器人与其他机器有着显著不同，但它们都基于同一个基础软件平台，即机器人作业系统（robot operating system，ROS）。该系统最初诞生于斯坦福大学的人工智能实验室，随后由柳树车库公司（Willow Garage, Inc.）开发成一个成熟的机器人技术平台。柳树车库公司主要为大学研究人员设计和制造编程机器人。机器人作业系统是类似于微软Windows（视窗）、麦金塔或Google安卓的操作系统，但它的定位是用于制造易于编程和控制的机器人。因为机器人作业系统是免费和开放的资源，这意味着软件开发人员可以很容易地对其进行改进和完善，因此它正迅速成为机器人技术发展的标准软件平台。

计算机信息处理的历史清楚地表明，一旦有了标准的操作系统，加上低廉的价格和易于使用的编程工具，应用软件的开发便可能会随之剧增。对于个人电脑软件，还有最近的iPhone（苹果手机）、iPad（苹果平板电脑）和安卓应用程序来说，情况都是如此。事实上，这些平台的应用软件已然饱和，以至于真的很难再想出一个尚未实现的想法。

几乎可以肯定的是，机器人领域也将经历相似的发展道路。我们十有八九已经处在一股巨大的创新浪潮的前沿地带，这股浪潮最终能生产出可以承担任何商业、工业和消费任务的机器人。这种机器人的大规模生产离不开标准化的软件和硬件，这样完成新型设计就成为一个简单的事情。正如体感游戏使机器视觉设备的价格变得实惠，其他硬件组件，比如机器人手臂，也会在机器人大批量生产的带动下实现

成本下降。截至2013年，已经有成千上万的软件组件可与机器人作业系统兼容，而且开发平台也便宜到几乎任何人都可以开始设计新的机器人应用程序。例如，柳树车库以1 200美元的价格卖出了一台叫作“TurtleBot”的完整的移动机器人套件，其中就包含了体感驱动的机器视觉功能。去除通货膨胀的因素后，这个价格远远少于20世纪90年代初一台便宜的个人电脑和显示器的花费，而当时正是微软Windows大规模生产其软件的初期。

2013年10月，我参观了在加利福尼亚州圣克拉拉举办的RoboBusiness大会和展览。很明显，机器人产业已经在为即将到来的迅猛扩张摩拳擦掌了。各种企业，无论规模大小，都在现场展示自己的机器人。这些机器人或是用于精密制造，或是用于大型医院部门之间的医疗用品运输，或是用来自主操作农业或采矿业重型设备。现场还有一个名为“Budgee”的机器人，它能够在房间或商店里提起重达50磅[注]的东西。教育机器人类型繁多，从支持技术创新到帮助患有自闭症或学习障碍的儿童等应有尽有。在Rethink公司的机器人展台，巴克斯特机器人接受了与万圣节相关的培训，它抓起盛着糖果的小盒子，丢进南瓜形状的万圣节玩具桶中。还有一些企业在推广像电机、传感器、视觉系统、电子控制器之类的组件和组装机器人用的专门软件等。硅谷的一家机器人创业公司Grabit展示了一种创新的使用静电引力的“手臂”，只是通过简单地控制静电荷，机器人便能举起、运输和放置任何物体。为完善机器人领域相关的法律政策，一家专门从事机器人业务的全球性律师事务所已经着手帮助雇主处理复杂的机器人相关事务，涉及机器人代替人或与人近距离工作时有关的劳动、雇用和安全法规事务。

展会有一个亮点位于过道上，那里聚集着一些与会者和几十个由合宜科技公司（Suitable Technologies, Inc.）提供的远程控制机器人。这些机器人有一块平面屏幕和摄像头，安装在移动底座上，它们可以使远程与会者参观展会展位，观看演示，提出问题，或以别的方式与

其他与会者正常交流。合宜科技使远程展会参观者只需花费一小笔费用，为旧金山海湾地区以外的参观者节省了数千美元的旅行费用。那些机器人的屏幕上各显示着一张人脸，几分钟后，它们在展台之间来来去去，与其他与会者一起交谈，一点儿都不显得格格不入。

制造业就业和工厂“回流”

在2013年9月的一篇文章中，《纽约时报》的斯蒂芬妮·克利福德（Stephanie Clifford）讲述了南卡罗来纳州加夫尼一家叫“帕克代尔”的纺织厂的故事。帕克代尔工厂雇用员工约140人。而在1980年，相同的生产水平需要2 000多名工人。在该工厂里，“只是偶尔才需要有人打断自动化过程，这还主要是因为有些任务人工来做的话仍然比较便宜，比如用叉车在机器之间搬运半成品纱线”。纺好的纱线会自动沿着连接到天花板上的通道被送往包装和运输机器上。

尽管如此，那140个工作岗位至少代表了制造业就业下降趋势的部分逆转，而这种趋势在美国已经长达数十年之久。20世纪90年代，随着纺织生产转移到中国、印度和墨西哥这样的低工资国家，美国纺织工业慢慢消亡。1990~2012年，美国纺织行业国内就业岗位约120万个，占该行业超过3/4的就业岗位已然消失。然而，过去的几年间生产又得到大幅反弹。2009~2012年，美国纺织品和服装出口增长了37%，出口总额近230亿美元。这种转变正是高效的自动化技术推动带来的，这种技术使得美国纺织业即使与最低工资的境外工人相比也有竞争力。

在美国等发达国家的制造业中，引入这些先进而节省劳力的创新技术正对国内就业产生多重影响。虽然像帕克代尔这样的工厂没有直接创造大量的制造业就业机会，但却间接促进了其他领域的就业，比如供应商以及用卡车运送原材料和成品的交通运输行业。尽管巴克斯

特这样的机器人肯定会夺走一些执行日常任务的工人的工作，它们同时也有助于提高美国制造业相对于低工资国家的竞争力。事实上，由于新技术引进以及国外劳动力成本上涨，尤其是在中国，工厂工人在2005~2010年间每年的加薪幅度近20%，因此目前美国制造业正有一股明显的“回流”趋势。2012年4月，波士顿咨询集团调查走访了美国的制造业高管，发现销售额超过100亿美元的公司有近一半在积极寻求或考虑将工厂搬回美国。

工厂“回流”能大大降低运输成本，当然还有很多其他的优势。将工厂设在离消费市场和产品设计中心更近的位置，公司可以缩短生产周期，更能顺应客户的需求。随着自动化变得更加灵活和复杂，生产厂家很可能倾向于提供更加个性化的产品。例如，可以让客户进行独特的设计或是通过简单易用的在线服装尺码指定商家制作市场上少见的衣服尺寸。然后，国内的自动化生产可以在几天之内就把成品送到客户手中。

然而，关于“回流”还有一点要引起注意，因工厂“回流”带来的少量的工作岗位不一定维持长久。随着机器人越来越有能力，越来越灵巧，还有一些诸如3D打印的新技术开始广泛应用，很多工厂很可能最终会实现全自动化。美国的制造业就业人数远低于就业总人数的10%。因此，制造机器人和工厂“回流”可能对整体就业市场只有相当微弱的影响。

但在像中国这样就业更集中在制造业部门的发展中国家，情况就截然不同了。事实上，技术进步已经对中国工厂就业产生了重大影响。1995~2002年，中国减少了大约15%的制造业员工，即约1 600万个就业岗位。而强有力的证据表明这一趋势有可能还会加速。2012年，苹果设备的主要合同生产商富士康宣布，计划引进100万台机器人到工厂工作。中国台湾一家电源适配器生产商台达电子有限公司（Delta Electronics, Inc.）最近将其战略重点转向低成本的精密电子装

配机器人。台达公司有意推出一款单臂装配用机器人，售价约1万美元，不到Rethink公司巴克斯特机器人价格的一半。欧洲的工业机器人制造商，比如ABB集团和库卡AG也同样在中国市场投入巨资，目前正在当地投建工厂，每年生产成千上万的机器人。

自动化程度的提高，也可能源于一个事实，那就是中国大公司的贷款利率由于相关政策的原因而被人为压低。贷款经常延缓支付，以至于本金从来没有偿还过。这使得即使在劳动力成本较低的情况下，资本投资仍具吸引力，而这也是现在投资占中国国内生产总值近一半的主要原因之一。许多分析家认为，资本成本被人为压低，导致不良投资遍及中国，也许其中最有名的是很多“鬼城”的落成，即城市里新建的住房大部分无人居住。同样的道理，低资金成本可能会极大地激励大公司投资昂贵的自动化领域，即使是在不一定能带来利润的情况下。

中国的电子产业中，机器人装配转型最大的挑战之一是要设计出足够灵活的机器人，以跟上短暂的产品生命周期。以富士康为例，它拥有大量设备，而工人就住厂区宿舍里。为了适应紧凑的生产计划，成千上万的工人可以在半夜被唤醒，然后立即开始工作。这种方式在迅速提高产量或适应产品设计变化方面展现了惊人的效果，但这种方式也给工人带来了极大的压力。当然，机器人能够连续工作，而且随着它们变得更灵活，更易于接受训练，完成新的任务，它们将越来越有望替代人力，即使人力工资已经很低。

工厂自动化增长的趋势在发展中国家绝不仅限于中国。例如，服装和鞋的生产，仍然是制造业中劳动力最密集的部门之一，它们的工厂已经由中国转向越南和印度尼西亚等工资更低的国家。2013年6月，运动鞋制造商耐克公司宣布，印度尼西亚工资上涨已经对其季度财务数字造成了负面影响。按照该公司首席财务官的说法，解决这一问题

的长久之计将是“不用劳动力生产产品”。此外，提高自动化程度也转移了人们对第三世界服装厂成为血汗工厂的指责。

服务业：工作机会的来源

在美国和其他发达经济体，就业遭到破坏的主要是服务业，因为毕竟绝大多数工人都来自服务业。这种趋势在诸如ATM（自动取款机）和自助结账通道领域已经很明显，而在未来10年，服务业新的自动化形式可能会激增，使数以百万计工资相对较低的工作面临风险。

位于旧金山的创业企业动力机械公司（Momentum Machines, Inc.），已经开发出一款全自动制作美味汉堡的设备。可能当一位快餐工人把几块肉饼放在烤架上的时候，动力机械公司的汉堡机器人已将现磨肉压成肉排，然后进行烧烤装袋，它们甚至还懂得要加炭适量，以保留肉汁。这种机器人每小时大约能生产360个汉堡，在接到订单后，还会烤小面包，然后切片，并加入如番茄、洋葱和泡菜等新鲜配料。制作完成的汉堡集中通过传送带送到顾客面前。尽管大多数机器人企业在谈到对就业的潜在影响时措辞都非常谨慎，动力机械公司的联合创始人亚历山德罗斯·瓦尔达克斯塔斯（Alexandros Vardakostas）则很豪爽地说出了该公司的目标：“我们的设备并不是为了让员工更有效率，而是为了完全取代他们。”该公司估计，快餐店每年平均向汉堡制作工人支付约13.5万美元的工资，而美国汉堡生产的总劳动成本每年大约90亿美元。动力机械公司相信，其设备在不到一年的时间就能收回成本，其计划的目标也不仅局限在餐馆，还有便利店、食品车，甚至自动售货机。公司认为，零劳动力成本以及厨房空间的节省将使餐馆在高品质的原料方面下更多的功夫，保证它们能够以快餐的价格提供美味的汉堡。

那些汉堡看起来很诱人，但其代价也相当大。数以百万计的人在低工资的快餐和饮料等行业工作或兼职，仅麦当劳一家餐饮企业就在全球34 000家餐馆雇用了大约180万工人。过去，由于工资低、福利少、流动性高，快餐店工作相对好找，而且快餐店工作以及零售等低技能岗位，对几乎没有其他选择的人来说是最合适不过的了，这也为这些企业提供了劳动力保障。2013年12月，美国劳工统计局对就业部门进行了排序，按照到2022年10年间的职位空缺数量，将其中一类“餐饮制作和服务人员”列为首要的就业部门之一，这当中不包括提供全面服务的餐馆服务员。这一就业部门共将提供近50万个就业机会和100万个开放职位。

然而，在大萧条以后，快餐业曾经适用的规则正在迅速发生变化。2011年，麦当劳高调进行招聘，一天内要招聘5万名新员工，收到的申请超过100万份，使得麦当劳工作的申请成功率堪比哈佛大学的录取率。快餐业曾经主要是年轻人求学期间兼职收入的来源，但该行业现今雇用的员工都是年纪稍长的工人，他们把这份工作作为其主要收入来源。近90%的快餐业员工在20岁及以上，平均年龄为35岁。许多上了年纪的员工都要赚钱补贴家用，而依靠平均每小时8.69美元的工资真的很难。

快餐行业的低工资和几乎所有福利的缺乏已经遭到了人们强烈的指责。2013年10月，麦当劳被骂得狗血淋头，因其雇员拨打该公司的财务帮助热线却被告知去申请食品券和医疗补助。事实上，加利福尼亚州大学伯克利分校的劳动中心分析发现，超过一半的快餐工人的家庭被列入各种各样的公共援助计划，由此每年给美国纳税人产生的税负将近70亿美元。

2013年秋，快餐店员工抗议和临时罢工在纽约接连发生，随后蔓延到50多个美国城市。此时，就业政策研究所，这个与餐馆和酒店产业有密切联系的保守智囊团，在《华尔街日报》上投放了一条长期广

告，警告说：“机器人将很快取代要求加薪的快餐店员工。”虽然广告无疑只是作为一个唬人的把戏，但实际情况是，正如动力机械公司的设备所演示的一样，快餐业自动化的提高几乎是不可避免的。鉴于富士康这样的公司在中国正在使用机器人进行高精密电子装配，那就没有理由认为整个快餐业的机器人不会最终代替员工给顾客奉上汉堡、玉米饼和拿铁咖啡。

日本的库那寿司连锁餐厅（Kura）已经成功地开创了一条自动化道路。在262家连锁餐厅，机器人负责做寿司，而服务员也由传送带代替。为了保证菜品的新鲜度，系统会跟踪每碟寿司流转的时间，并自动清除那些到期食品。客户通过触屏下单，在用餐完毕后，他们要将空盘子放进餐桌旁的插槽内。系统还会自动列出账单，然后清洗盘子，并把它们放回厨房。库那没有在每个店里设置店长，而是采用集中远程监控设备，使管理人员能够控制餐厅运营的每个环节。库那以自动化为基础的商业模式使其寿司价格仅为每碟100日元（约1美元），相对其竞争对手优势明显。

很容易想象，很多对库那行得通的策略，尤其是自动化食品生产和非现场管理模式，最终会被整个快餐业所采纳。有些地方已经朝着这个方向迈出了一大步，例如，麦当劳2011年宣布将在欧洲7 000家餐馆安装触屏点餐系统。一旦该行业的主要成员因为自动化程度的提高开始获得明显优势，其他成员也就别无选择，只能效仿。自动化也能在较低劳动力成本之外的领域提高竞争力。人们可能认为机器人生产的东西更加卫生，因为加工过程中较少的工人会接触到食品。方便度、速度和订单准确性以及私人定制能力都将提高。一旦有一家餐厅记录下一位客户的喜好，自动化将会使连锁餐厅之间实现信息互通，记住客户的喜好将成为易如反掌的事。

考虑所有这一切，我觉得很容易想象一个标准的快餐店最终能够裁员50%，甚至可能更多。至少在美国，快餐市场已经饱和，新的餐

厅似乎不太可能创造足够的工作机会弥补每个岗位大幅下降的工人人数。而这当然将意味着劳工统计局预测要开放的职位中有相当大一部分可能永远不会实现。

服务业中的低工资工作还主要集中在一般零售业。劳工统计局的经济学家预计，在2010~2020年这10年内，“零售员”的岗位数会仅次于“注册护士”，预计将有超过70万个该类新岗位产生。然而，技术可能又一次使政府的预测过于乐观。我们或许可以预测有三大势力将影响未来的零售业就业格局。

第一股力量将来自如亚马逊、eBay和网飞（Netflix）等在线零售商的持续影响。当然，网上供应商超过实体店的竞争优势，已经由电路城（Circuit City）、鲍德斯（Borders）和百视达（Blockbuster）等这些主要零售连锁商的破产所证实。亚马逊和eBay正在一些美国城市试验当天发货，以实现消费者购买后得到即时满足的目标，瓦解当地零售商店最后的优势。

从理论上讲，网上零售商的侵入并不一定损害就业，它将劳动力从传统的零售环境转移到网络公司使用的仓库和配送中心。然而，现实情况是，一旦工作环境转移到仓库，各项工作就变得更容易实现自动化。2012年，亚马逊收购了一家叫“基瓦系统”（Kiva Systems）的仓库机器人公司。基瓦机器人看起来像块头大些的冰球，它们在库房里四处移动，搬运货物。公司不再需要工人们在过道上分拣货物了，只需要一个基瓦机器人在整个货盘或搁架下穿梭，将其抬起，然后直接送至订单打包处即可。机器人通过地面条形码形成的网格实现自主导航，除了亚马逊之外，它还被用于各种大型零售商的自动化仓库作业，包括玩具反斗城（Toys “R” Us）、盖普（Gap）、沃尔格林（Walgreens）和史泰博（Staples）。收购基瓦系统一年后，亚马逊有大约1 400台基瓦机器人投入工作，但将机器人应用于庞大的仓库才刚

刚开始。一位华尔街分析师估计，机器人最终将使该公司的订单履行成本下降高达40%。

美国最大的百货零售商之一，克罗格公司（Kroger Company）也引进了高度自动化的配送中心。该系统能接收供应商装有大量单一产品的货盘，然后进行拆卸并将不同品类的产品组装成新的货盘，一起运往商店。该系统还能有效堆放混合货盘中的产品，以便产品到达商店后优化其存货方式。自动化仓库除了装卸货盘上下卡车的环节外，完全无须人工干预。劳工组织对这些自动化系统对就业的明显影响并没有视而不见，卡车司机工会（Teamsters Union）就曾多次因自动化系统的引进与克罗格公司和其他杂货零售商发生过冲突。无论是基瓦机器人还是克罗格公司的自动化系统都为人类留了一些工作机会，主要涵盖如包装多种产品、最终出货给客户等需要视觉识别和灵活性的领域。当然，像工业知觉公司的搬箱机器人正向着这类领域的技术前沿快速挺进。

第二股变革的力量很可能来自全自动化自助服务的零售部门或者智能自动售货机和售货亭的爆炸式增长。一项研究预测，该领域内产品和服务的自动售卖价值将从2010年约7 400亿美元增长到2015年超过1.1万亿美元。自动售货机已经远不只是出售碳酸饮料、小吃和难喝的速溶咖啡，它们还出售如苹果公司的iPod（便携式多功能数字多媒体播放器）和iPad等先进的消费类电子产品，这些售货机现在在机场和高档酒店已非常普遍。自动化零售机器的领先制造商之一自动售货机公司（AVT, Inc.）称，其可以为几乎任何产品制订和设计自助服务解决方案。自动售货机可能会大幅减少零售业务中最明显的三种成本：店面租金、劳动力工资和客户或员工的盗窃。除了提供24小时服务，很多机器还装有视频屏幕，能够有针对性地根据客户打出销售广告，引导客户购买相关产品，与一个店员的方式无异。它们还可以收集客户的电子邮件地址，并发送收据。本质上，这种机器有诸多在线订购的优势，同时兼具即时递送的附加优势。

虽然自动售货机和售货亭的增多势必要使传统零售工作减少，但这些机器也会在其他领域创造一些工作机会，比如机器保养、补货和维修等。但这些新增的就业数量可能比你想象的要更有限。最新一代的机器直接连接到互联网，能连续提供销售和跟踪数据，它们还有一些特别设计，能使操作的劳动成本最小化。

2010年，戴维·邓宁（David Dunning）担任芝加哥地区的区域业务主管，负责189个红盒子电影出租亭（Redbox）的监督、维护和补货。红盒子在美国和加拿大拥有超过42 000个电影出租亭，一般设在便利店和超市附近，每天外租约200万部影片。在整个芝加哥地区，邓宁手下只有7名员工，给出租亭补货是高度自动化的。其实，工作中最需要人力的部分是为每台机器更换外面半透明的电影广告，整个过程通常用时不到两分钟。邓宁和他的员工把时间全部花在电影库房、汽车和家中，在家里他们可以通过互联网访问和管理机器，出租亭从最初的时候就设计了远程维护。例如，如果一台机器卡住了，它会立即发出警报，技术人员可以用自己的笔记本电脑登录，无须亲自到现场就能对装置进行微调和解决问题。新电影通常在星期二发行，但出租亭在此之前的任何时候都可以进行补货，它总会自动在适当的时候出租某部电影，这样技术人员就能避开交通高峰进行补货。

邓宁及其员工的工作当然有趣，也很吸引人，但在职位数量上他们只是一个传统零售连锁企业所创造的一小部分。例如，现已破产的百视达，曾经在大芝加哥地区拥有几十家专卖店，每家都会雇用自己的销售人员。在顶峰期，百视达共拥有约9 000家店面和6万名员工，算起来每家店大约雇用7个员工，与邓宁的工作团队人数差不多。

可能扰乱零售业就业的第三股主要力量源自实体店零售商为了保持竞争力而引进越来越多的自动化设备和机器人。对从事制造工作的机器人实行的灵活度和视觉识别方面的创新，最终同样会使零售自动化从原来的仓库环境向着更具挑战性和多样化的环境过渡，比如给商

店的货架上货等。事实上，早在2005年，沃尔玛就已经在研究让机器人在晚上穿梭在商店过道间，自动扫描条形码，以便跟踪产品库存的可能性了。

此外，自助结账通道和店内信息亭今后肯定会更容易使用，而且更为常见。移动设备也将成为越来越重要的自助服务工具。未来的消费者将更加依赖他们的手机来进行购物、支付，以及获得传统零售店的帮助和有关产品的信息。移动设备对零售业的干扰已经逐渐展开。以沃尔玛为例，它正在测试一个实验项目，就是购物者可以自己扫描条形码，然后结账，用自己的手机支付，完全避免了长时间的排队结账。Silvercar是一家致力于汽车租赁的创业公司，它能够使顾客在不与租赁店员打交道的情况下预约和选车。客户只需扫描条形码来解锁汽车，然后开车离开。随着语言技术的推广和成本的降低［如苹果的Siri（一项语音控制功能），以及像IBM的沃森那样更强大的系统］，很容易想见，消费者很快就可以像咨询商店员工一样向他们的移动设备寻求帮助。当然，不同的是，顾客将永远不用再等着或追着店员了。虚拟辅助设备将永远是即开即用的，而且一般都会给出一个准确的答案。

虽然许多零售商可能选择在传统的零售设备上引入自动化，而其他零售商则可能更想将商店完全重新设计一遍，设计成像一个偌大的“自动售货机”。这种类型的商店可能由一个自动化仓库和与其相连的展厅组成，顾客可以在展厅检查产品样品，然后下订单。订单产品可能随后直接交给顾客，或者甚至由机器进行装车。无论零售行业最终选择哪条路，都可以想象最终的结果将是生产更多的机器人和机器。在这种情况下，人们的就业机会无疑又减少了。

云机器人

机器人革命最重要的推动力之一可能就是“云机器人”，或者称为从移动机器人到强大的集中式计算枢纽的智能迁移。云机器人由于数据传递速率的急剧加速已经能够实现，它能把先进的机器人所需的大部分计算集中到一个大型的数据中心，同时允许单个机器人访问网络资源。因为需要较少的机载计算和存储，制造一个不太昂贵的机器人成为可能，并且还允许多个机器间进行即时软件升级。如果一个机器人采用集中式机器智能学习并适应了某种环境，那么它新学到的知识可能会即时提供给系统内的其他任何机器，使大量的机器人的智能学习变得简单。2011年，Google宣布支持云机器人技术，并提供一个接口，使机器人能利用安卓设备享有所有的服务。

云机器人最显著的影响可能是在诸如需要访问庞大数据库的视觉识别以及需要强大计算能力的领域。举个例子，考虑一下制造一个能够执行各种家务劳动的机器人所要应对的巨大的技术挑战。负责清理杂乱房间的机器人仆人要能识别出无数的物品，然后再决定如何处理。每样物品又有可能展现出不同的样子，以不同的方式摆放，甚至与其他物品堆积在一起。请将现在遇到的技术挑战与本章开始提到的工业知觉公司的搬箱机器人所面临的挑战做个对比。尽管那种机器人能在杂乱堆放的箱子中辨别和抓取箱子已经很了不起了，但也仅限于箱子而已。如要够识别和操纵不同形状的各种物品显然还有很长的路要走。

要将这样的综合视觉感知与识别制造成一个人们买得起的机器人是一个严峻的挑战。然而，云机器人的出现至少可能提供了一条解决之路。2010年，Google推出了带有“护目镜”系列摄像头的移动设备，并从那时开始技术得到显著提高。该系列摄像头可以拍下标志性建筑、书籍、艺术品和商业产品的照片，然后系统能自动识别和检索相关的照片信息。虽然使机器人系统能够识别几乎任何对象非常困难，也很昂贵，但是很容易想到未来的机器人可以通过一个巨大的集中图像数据库识别出环境中的对象，就像“护目镜”系统一样。云图像库可

以被不断更新，任何能够访问该系统的机器人可以瞬间更新其视觉识别能力。

云机器人在制造更强大的机器人方面肯定是重要的向前驱动因素，但它也引起了人们的担忧，尤其是在安全方面。除了与《终结者》（阿诺德·施瓦辛格主演）电影中的智能控制机器“天网”相似外，它还可能带来黑客或网络攻击这些更实际和直接的问题。如果有一天云机器人被应用于我们的交通基础设施建设方面，这一问题将尤其令人担忧。比如，如果自动化的卡车和火车是在集中控制下运送食品和其他重要物资，那么这样的系统可能会非常脆弱。人们已经对工业机械，还有像电网这样重要的基础设施面对网络攻击呈现出的脆弱性给予了高度关注。这种脆弱性在2010年得到了体现，当时美国和以色列政府为攻击伊朗核项目的离心机而使用了“超级工厂”蠕虫病毒（Suxnet）。如果有一天，重要的基础设施都依赖于集中式机器智能，那么这些担忧可能会进一步加剧。

农业中的机器人

在构成美国经济的所有就业部门中，农业是在技术进步的直接影响下转变最大的部门。当然，这里提到的技术大多数都是机械技术，机械技术远远早于先进的信息技术出现。19世纪末，近一半的美国工人受雇于农场；到2000年，该比例降至2%以下。对于小麦、玉米、棉花等可以用机械来种植、养护和收获的作物，如今它们每蒲式耳产出所需的人工劳动在发达国家几乎可以忽略不计。饲养和管理牲畜等许多方面也正实现着机械化。例如，机器人挤奶系统在奶牛场的应用已经相当普遍；在美国，鸡的生长会被控制到标准化的尺寸，以适于自动化屠宰和加工。

农业方面还剩下一个领域需要大量的劳动力，主要是细嫩、高价值的水果和蔬菜，以及观赏植物和花卉的采摘。与其他相对有规律的体力劳动相比，这些工作迄今能受到保护，远离机械化，主要是因为它们需要高度的视觉感知和灵活性。水果和蔬菜容易损坏，经常要根据颜色或软度来进行选择。如果是用一台机器，视觉识别对其来说是一个巨大的挑战：照明条件可能差别很大，各个水果朝向各个方向，而且甚至可能被叶子完全盖住。

但农业部门的这些工作，同样也会经历工厂和仓库推进机器人技术创新的过程，而最终趋于自动化。视觉机器人公司（Vision Robotics）的总部设在加利福尼亚州圣迭戈，其正在研发一种章鱼样子的采摘橘子的机器人。该机器人将使用3D机器视觉，建立起整棵橘子树的计算机模型，然后存储每个水果所在的位置。这些信息将被传递到机器的8个机械手臂上，然后迅速采收橘子。位于波士顿地区的自动收获公司（Harvest Automation）专注于生产能在苗圃和温室自动化作业的机器人。该公司估计，体力劳动成本占观赏植物种植总成本的30%以上。公司认为，从长远来看，其生产的机器人将能够执行现在美国和欧洲所需高达40%的农业体力劳动。在法国，已经有试验机器人在利用机器视觉技术和计算机运算来修剪葡萄藤了。而在日本，有一种新机器能够根据细微的颜色变化挑选出成熟的草莓，然后摘下，采摘每颗草莓只需8秒钟，该机器能连续工作，而且大部分工作是在夜间完成的。

先进的农业机器人对于没有低工资和外来劳动力的国家来说尤其具有吸引力。以澳大利亚和日本为例，它们同时面临劳动力快速老龄化的问题。而出于安全方面的原因，以色列在劳动力方面也十分紧张。许多水果和蔬菜必须及时采摘，如果正好赶上没有工人可用，那么采摘就很容易变成大麻烦。

除了减少对劳动力的需求，农业自动化同时也在使农业变得更加高效。此外，农业自动化在减少对资源的依赖方面也具有巨大潜力。计算机在跟踪和管理作物方面的能力，是人类劳动力不可想象的。悉尼大学澳大利亚野外机器人中心（Australian Centre for Field Robotics，ACFR）集中利用先进的农业机器人，在澳大利亚耕地和淡水相对缺乏的情况下，帮助本国确立了作为亚洲激增人口主要食品供应商的地位。该中心设想的机器人是这样的，它们四处游走，围绕各株植物取土壤样品，然后注入恰好适量的水或肥料。肥料或农药的精准施用，可以使单株植物甚至长在树上的某种特定水果减少80%化学品的使用，从而大大减少有毒污水的排放，避免污染河流、溪流和其他水体。

农业在大多数发展中国家是出了名的低效率。家庭作业的土地通常面积很小，资金投入低，也没有现代技术。尽管农耕技术是劳动密集型的，但土地要养活的人口往往比真正需要耕作的人口要多。在未来的几十年，全球人口会增长到90多亿，将所有可用耕地转变成能生产更多作物、更加高效的农场面临着越来越沉重的压力。尤其在缺水和因过度使用化学物质而使生态系统遭到破坏的国家，推进农业技术将发挥显著的作用。但同时，机械化的提高也意味着靠土地维持生计的人将比现在少得多。按照过去的规律，多余的劳动力会向城市和工业中心迁移寻找工厂的工作，但正如我们所看到的，如今这些工厂自身都在向自动化技术加速转化。事实似乎有点难以想象，有多少发展中国家能成功控制这些技术干扰，避免陷入严重的失业危机。

在美国，移民政策一直受到政府的高度关注，农业机器人有潜力最终改变移民政策的许多设想。在过去雇用大量农民的某些领域，这种影响已非常明显。在加利福尼亚州，机器没有挑战自己的眼力采摘单个杏仁，而只是握紧整棵树，然后猛力摇晃。杏儿落在地上，被不同的机器收走。许多加利福尼亚州农民从种西红柿这样娇嫩的作物改种坚果，因为它们可以用机械来收获。在21世纪的第一个10年，像杏

仁这样可以运用自动化收割技术的作物生产总量已经暴增，加利福尼亚州的农业总体就业率下降了约11%。

在几乎每一个经济部门，随着越来越多的机器人和先进的自助服务技术被采用，它们将主要威胁需要较低教育和培训水平的低薪工作。但是，目前经济新创造出来的绝大多数工作也就是这些工作了，而美国经济每年需要100万个就业机会，才能平衡增长的人口。即使我们不考虑新技术的出现带来的工作机会的减少，只要新的就业机会的创造速度放缓，从长期来看，就会对就业产生可怕影响。

许多经济学家和政治家可能不觉得这是一个问题。毕竟，至少在发达国家中，低工资、低技能的常规工作通常不受人追捧。而当经济学家在讨论技术对这类工作的影响时，你很可能会听到“释放”这个词，比如失去了低技能工作的工人将被“释放”出来，寻求更多的培训和更好的机会。当然，这里有一个基本假设，就是一个充满活力的经济体，比如美国，将永远能创造出足够多的高工资、高技能的就业机会来吸纳这些新“释放”出来的工人，当然前提是他们成功获得必要的培训。

这个假设越来越站不住脚。在接下来的两章，我们将看看自动化对美国的就业和收入已经造成的影响，并观察信息技术如何独自成为一股破坏性力量。最容易受自动化影响的工作类型，以及把教育和培训视为应对失业的办法，这些传统观点都将被颠覆。即使对于高工资、高技能的工作来说，机器人时代也即将到来了。

---

1. 1磅＝0.453 592 4千克。——编者注

第二章
这一次截然不同吗

1968年3月31日星期天上午，在华盛顿国家大教堂里，牧师马丁·路德·金（Martin Luther King, Jr.）站到了精心雕刻的石灰石讲坛上。该建筑是世界上最大的教堂之一，比伦敦威斯敏斯特教堂的两倍还要大。它的里里外外挤满了成千上万的人，人们有的从唱诗台上往下张望，有的挤进门道里。至少还有数千人在教堂外的台阶上，或在附近的圣阿尔班圣公会教堂外聚集，通过扬声器聆听讲道。

这是马丁·路德·金博士的最后一次礼拜天布道。仅仅5天后，大教堂将又一次挤满包括林登·约翰逊总统、内阁高级官员、所有9位最高法院大法官和国会领导成员在内的人群，但这一次人们要忧伤得多。那天是马丁·路德·金博士在田纳西州孟菲斯被刺的翌日，人们会聚于此，参加他的追悼纪念。

马丁·路德·金博士的演说题为“在大变革中保持清醒”（*Staying Awake Through a Great Revolution*）。可以料想，公民权利和人权是他演讲内容的重要组成部分，但他也考虑到了更广层面上的革命性变化。正如他布道开始的一段简短解释：

> 不可否认，当今世界正发生着一场伟大的革命。从某种意义上说，这是一场“三重革命”：一场技术革命，伴随着自动化和电脑控制带来的影响；接着是武器装备革命，伴随着原子弹和核武器的出现；再有就是人权革命，世界各地都在要求自由解放。是的，我们确实生活在一个充满变革的时代。而且还有声音穿越时间呐喊道：“看哪，我将一切都更新了，以前的一切都过去了。”

“三重革命”指的是由杰出学者、技术人员和记者组成的小组写成的一份报告，他们称自己为“三重革命专门委员会”。该小组成员包括诺贝尔化学奖获得者莱纳斯·鲍林（Linus Pauling）和1974年与弗里德里希·哈耶克一起被授予诺贝尔经济学奖的经济学家冈纳·缪达尔（Gunnar Myrdal）。报告中明确的两股变革力量，即核武器和民权运动，已经成了20世纪60年代不可磨灭的历史记忆。但报告中提到的第三场革命，虽然占去了大量篇幅，却已经在很大程度上被人们遗忘了。该报告预测，电脑化（或自动化）会使一个经济体“通过机器实现无限输出，而整个过程无须人类参与”，造成的结果将是大量失业，贫富差距急剧扩大，最终消费者购买力越来越低，对商品和服务的需求下降，无法继续推动经济的增长。“三重革命专门委员会”接着提出了一个激进的解决方案：如此广泛的自动化可以带来“经济繁荣”，从而实现最低收入保障，而这将“取代福利措施”以解决贫困问题。[注]

1964年3月，“三重革命”报告向媒体公布并被送至约翰逊总统、劳工部长和国会领导人处。附信还警告说，如果报告中提出的类似解决方案没有执行的话，“国家的经济和社会秩序将陷入前所未有的混乱”。第二天，报告被大量引用，成了《纽约时报》和许多其他报纸和杂志的头条，有的甚至还刊印了报告的全文。

“三重革命”报告标志着人们对“二战”后自动化影响的担忧达到了顶点。机器替代人造成的大规模失业多次勾起了人们对过去的恐惧，一直回溯到1812年的英国勒德分子起义。但在20世纪50年代和60年代，人们的担忧尤为严重，美国一些最杰出和有才能的人对此做了详尽的阐述。

1949年，应《纽约时报》的请求，麻省理工学院国际知名数学家诺伯特·维纳（Norbert Wiener）写了一篇文章，描述了他对计算机和自动化未来的设想。维纳自小是个神童，他11岁上大学，拿到博士学位时年仅17岁。他建立了控制论领域，在应用数学方面做出了重大贡

献，奠定了计算机科学、机器人和计算机控制自动化的重要基础。在第一台真正的通用电子计算机[注]在宾夕法尼亚大学研制成功仅三年后，维纳就写了一篇文章，认为“如果我们能简单明了地做成一件事，那这件事都可以用机器来完成”，他还警告说，这最终可能导致“一场十分残酷的工业革命”，即机器能“使从事日常工作的工人们的经济价值降低到雇主们花任何低价都不愿雇用的程度”。[注]

三年后，与维纳设想极为相似的一个反乌托邦未来出现在了库尔特·冯内古特（Kurt Vonnegut）的第一部小说中。《自动钢琴》（*Player Piano*）描述了这样的一个自动化经济体，其中由一小部分技术精英控制的工业机器从事着几乎所有的工作，而剩下的绝大多数人就只能毫无意义地活着，面对一个无望的未来。冯内古特在赢得自己作为作家的传奇式地位后，毕生都相信其1952年的小说所描述的情形，几十年后还写道，这些情形正变得“日益贴切”。

约翰逊政府收到“三重革命”报告的4个月后，总统签署了一项创建关于技术、自动化和经济进步的全国委员会的法案。在该法案的签署仪式上，约翰逊总统说：“如果我们向前看，如果我们明白未来将要发生什么，如果我们为未来适当规划后再明确前进的方向，那么自动化便可以帮助我们走向繁荣。”这个新成立的委员会，与其他类似的部门一样，被人们迅速遗忘，只留下了至少三本书厚度的报告。

讽刺的是，“二战”后所有关于自动化的担忧都没有得到经济数据的支持。1964年“三重革命”报告发布的时候，失业率刚刚超过5%，而到了1969年，失业率下降到了3.5%。即使在1948~1969年的四次经济衰退期，失业率也从未达到7%，并且一旦经济得以恢复，失业率又会马上下降。新技术的引入的确大幅提高了生产力，但经济增长的大部分都成了工人提高的工资。

到了70年代初期，人们的关注点转移到了欧佩克的石油禁运，再到随后几年的滞胀。认为机器和计算机可能造成失业的观点被一步步挤出了主流。尤其在经济学家看来，这一观点简直遥不可及。那些敢接受这些想法的人还得冒着被冠以“新勒德分子”的风险。

鉴于“三重革命”报告中预测的严峻形势并没有应验，我们必然要问：报告作者们肯定是错的吗？还是像许多前人一样，他们只是过早敲响了警钟？

维纳是信息技术的早期开拓者之一，他认为数字计算机与之前的机械技术有着根本的不同。它改变了游戏规则，是有能力开启新时代的新型机器，并最终可能撕裂社会结构。但是维纳发表这个观点的时候，计算机还是房间大小的怪物，其计算要靠数以万计的灼热的无线电真空管供电，这些真空管每天都会损耗一些。几十年后，数字技术带来的指数级增长才使这种观点得到了合理的证实。

这几十年的时光现在已经被我们甩在了身后，是时候以一个开放的头脑重新评估技术对经济的影响了。数据显示，尽管对节省劳力的技术所造成影响的担忧已经不是经济思想的主流，但美国经济在战后繁荣时期的基础逐渐开始改变。历史上生产率提高和收入增长之间近乎完美的关系被打破了，大多数美国人的工资停滞不前，甚至很多工人的工资还有所下降，收入差距的恶化达到了自1929年股市崩盘以来的最低水平。“无就业复苏”（jobless recovery）成了我们词汇表里的一个新词组。总之，我们至少可以列举出七大经济发展趋势，而把它们综合起来考虑，可以看出信息技术进步的变革作用。

七大致命趋势

工资停滞

1973年是美国历史上的一个多事之秋。尼克松政府被卷入水门事件，10月欧佩克又发起了石油禁运，在全美各地的加油站，愤怒的驾车者很快排起了长队。然而，就在尼克松陷入死亡旋涡的时候，还有一件事在徐徐展开。这件事开始时完全不为人注意，但它标志着一个趋势的开始，而这一趋势在重要性上将无疑使水门事件和石油危机相形见绌。就是在那一年，一个美国普通工人的工资达到了顶峰。以2013年的美元价值折算，一个普通美国工人，在1973年每星期大约赚767美元。当时生产工人和非管理人员占美国劳动力一半还多。次年，实际平均工资就开始急剧下降，降幅之大几乎不可逆转。40年后，生产工人和非管理人员收入仅为664美元，降幅约13%。

如果我们看一下中等家庭收入，情况会稍微好些。1949~1973年，美国中等家庭收入大约翻了一番，从约2.5万美元增长至5万美元。此间，中等家庭收入的增长与人均国内生产总值的增长近乎完美的一致。30年后，中等家庭收入已增至约6.1万美元，增幅刚刚为22%。然而，这种增长很大程度上是由女性进入劳动力市场带来的。如果像1973年之前，收入增长与经济增长步调一致的话，现在的中等家庭收入将远远超过9万美元，超过他们目前实际收入的50%还要多。

图2–1显示了1948~2011年劳动生产率[注]（衡量工人的每小时产值）和支付给一般私营部门工人的薪酬（包括工资和福利）之间的关系。图中的第一部分（1948~1973年）符合经济学家们的预测。生产率的增长与工人报酬的增长近乎完美的一致。繁荣的景象蒸蒸日上，所有对经济做出贡献的人都在共享着财富。70年代中期之后，两条线之间逐渐扩大的差距用图形表明了整个经济中的创新成果已经不是由工人享有，而是几乎完全由企业主和投资者受益。

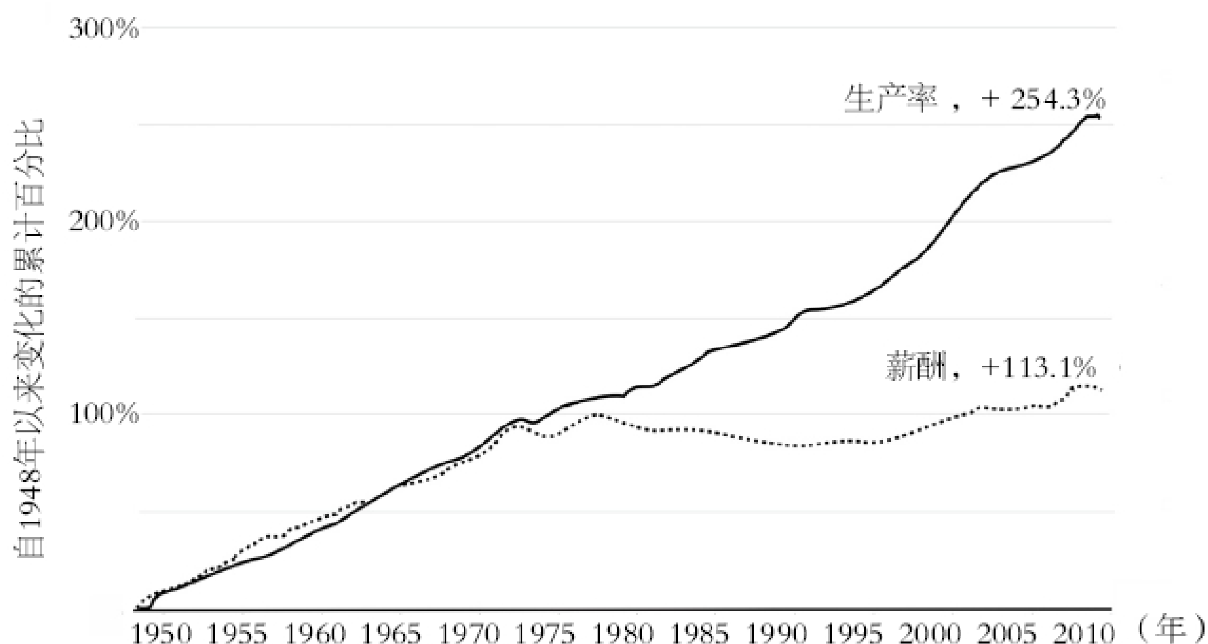


图2–1 生产和非管理工人实际小时薪酬增长与生产率（1948~2011年）

数据来源：经济政策研究所的劳伦斯·米舍尔（Lawrence Mishel），基于劳工统计局未公开的经济总量数据、经济分析局的国民收入和产出账户公开数据，以及劳动生产率和成本计划项目相关数据统计得出。

尽管此图显示得很清楚，但许多经济学家尚未完全承认薪酬和生产率增长之间的差距。图2–2显示了自1947年开始的不同时期，薪酬增长与生产率增长的比较。自1980年以来的每个10年，生产率增长都要显著超越薪酬增长，2000~2009年之间的差距尤为明显。尽管生产率增长几乎赶上1947~1973年的战后繁荣黄金时期，但薪酬增长却远远落在了后面。看着这个图，我们很容易得到生产率的增长明显超过大部分工人加薪的结论。

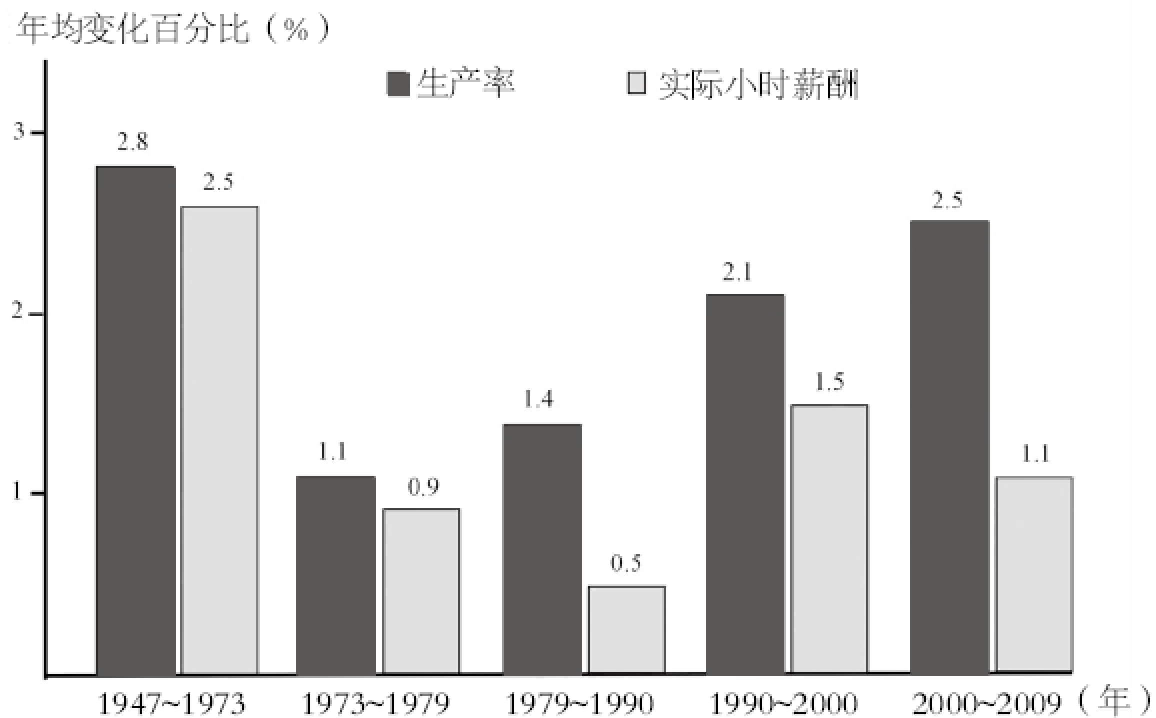


图2–2 生产率增长与薪酬增长

数据来源：美国劳工统计局。

大多数大学经济学教科书的作者在承认这一现象方面尤其迟缓。举个例子，由约翰·B·泰勒（John B. Taylor）和阿基拉·威拉帕纳（Akila Weerapana）所著的经济学入门教材《经济学原理》，是斯坦福大学泰勒教授广受欢迎的经济学入门课程的必读书目。书中有一个与图2–2非常相似的柱状图，但却仍然主张工资和生产率之间的紧密关系。那自20世纪80年代开始，生产率快速超过工资增长的事实摆在哪里呢？泰勒和威拉帕纳注解说“关系是不完美的”。看起来轻描淡写，一笔带过。2007年版的另一本《经济学原理》的教科书，由普林斯顿大学教授和前美联储主席本·伯南克共同撰写。书中认为，从2000年开始工资的缓慢增长可能是因为“2001年经济衰退后劳动力市场的疲软”，而工资将“在劳动力市场恢复正常后赶上生产率的增长”。这个观点似乎忽略了一个事实，那就是工资增长和生产率增长之间的紧张关系早在当今大学生出生之前就开始恶化了。注

劳动收入的熊市，企业的大牛市

早在20世纪，英国经济学家和统计学家亚瑟·鲍利（Arthur Bowley）研究了英国数十年的国民收入数据得出结论，至少长期来看，国民收入中劳动和资本的比例分别保持相对稳定。这种表面上固定的关系最终成为公认的经济学原理“鲍利定律”。被视为有史以来最有名的经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯后来说，鲍利定律是“经济统计领域最令人惊讶，但却是最为确凿的事实之一”。

如图2–3所示，战后时期，如鲍利定律所预计，美国国民收入中劳动收入的比重波动幅度相当小。但是，从70年代中期开始，鲍利定律开始土崩瓦解，劳动收入比重开始逐渐下降，并在世纪之交后进入一个自由落体似的下滑阶段。当我们考虑到劳动收入的比重包括领薪水的所有人时，跌幅便更加明显了。换句话说，有着巨额薪酬的首席执行官、华尔街高管、体育巨星和影视明星们都被视为劳动力，而他们的收入一直在暴涨，根本没有减少。如果有一张图展示国民收入中普通工人收入的比重，或者更广泛地说，占收入分配底层的99%工人的收入比重，肯定会表现出一个更加急剧的下跌。

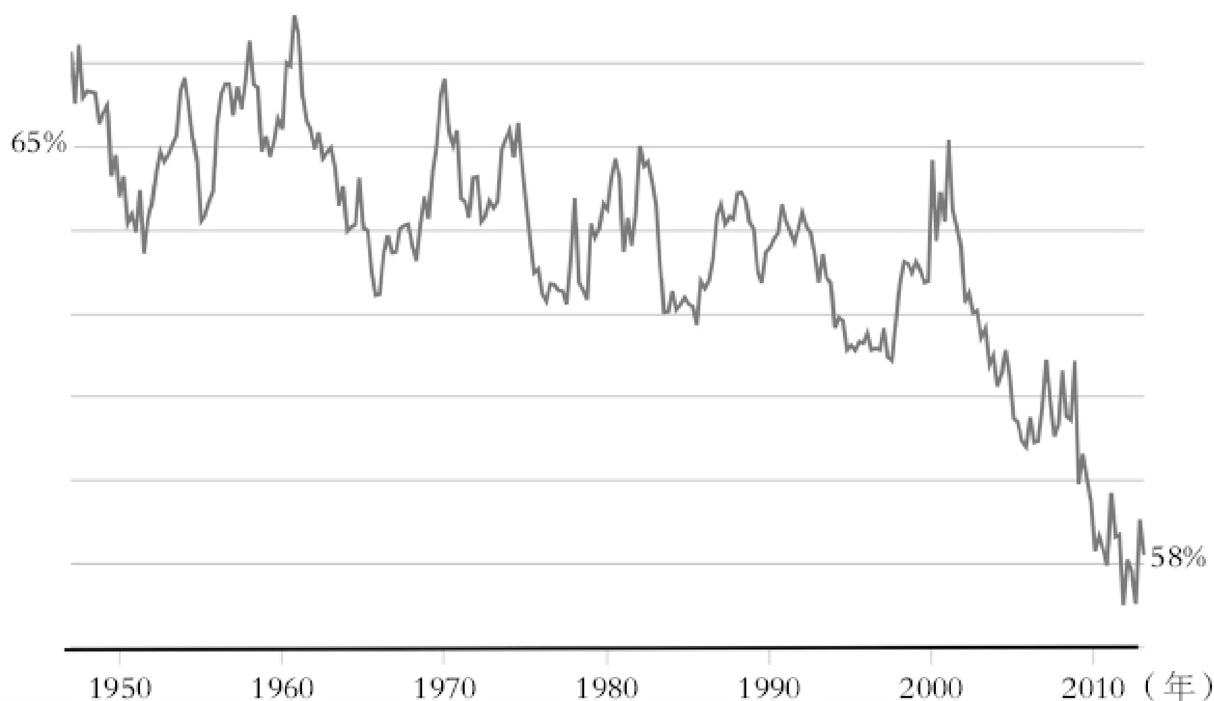


图2–3 美国劳动收入占国民收入的比重（1947~2014年）

数据来源：美国劳工统计局和圣路易斯联邦储备银行（FRED）。

当劳动收入比重直线下降的时候，企业的利润却在攀升。2012年4月，《华尔街日报》发表了一篇文章，题为“对于大公司来说，生活是美好的”，记载了各大公司从大萧条以来最严重的经济危机中恢复的惊人速度。虽然数百万的工人仍然失业，或接受较低工资，或时长更短的工作，但企业部门仍从低迷中复苏，变得“更高效，更赢利，而且现金充裕，债务负担更小”。在大萧条的过程中，公司已擅于用更少的工人生产出更多的产品。2011年，大公司每个员工带来的平均收入为42万美元，比2007年的37.8万美元增长超过11%。标准普尔500指数的企业在新工厂和设备上（这些工厂和设备多运用了信息技术）的投资比前一年翻了一番，使资本投资占收入的比重又回到危机前的水平。

企业利润占国内生产总值的比重在大萧条以后也在直线上升（见图2–4）。请注意，尽管在2008~2009年经济危机期间利润比重急剧下挫，但与以往的经济衰退期相比，企业利润恢复的速度从未如此迅速。

劳动收入占国民收入比重的下降绝不仅仅发生在美国。芝加哥大学布斯商学院经济学家卢卡斯·卡拉巴布尼斯（Loukas Karabarbounis）和布伦特·尼曼（Brent Neiman）在他们2013年6月的一份研究报告中，对56个国家的数据进行了分析，发现38个国家的劳动力比重有了显著下降。事实上，作者的研究表明，10年间日本、加拿大、法国、意大利、德国和中国的劳动力跌幅都要超过美国。被很多人认为揽去所有工作机会的中国，劳动力比重的下降速度尤为严峻，达到美国下降速度的三倍。

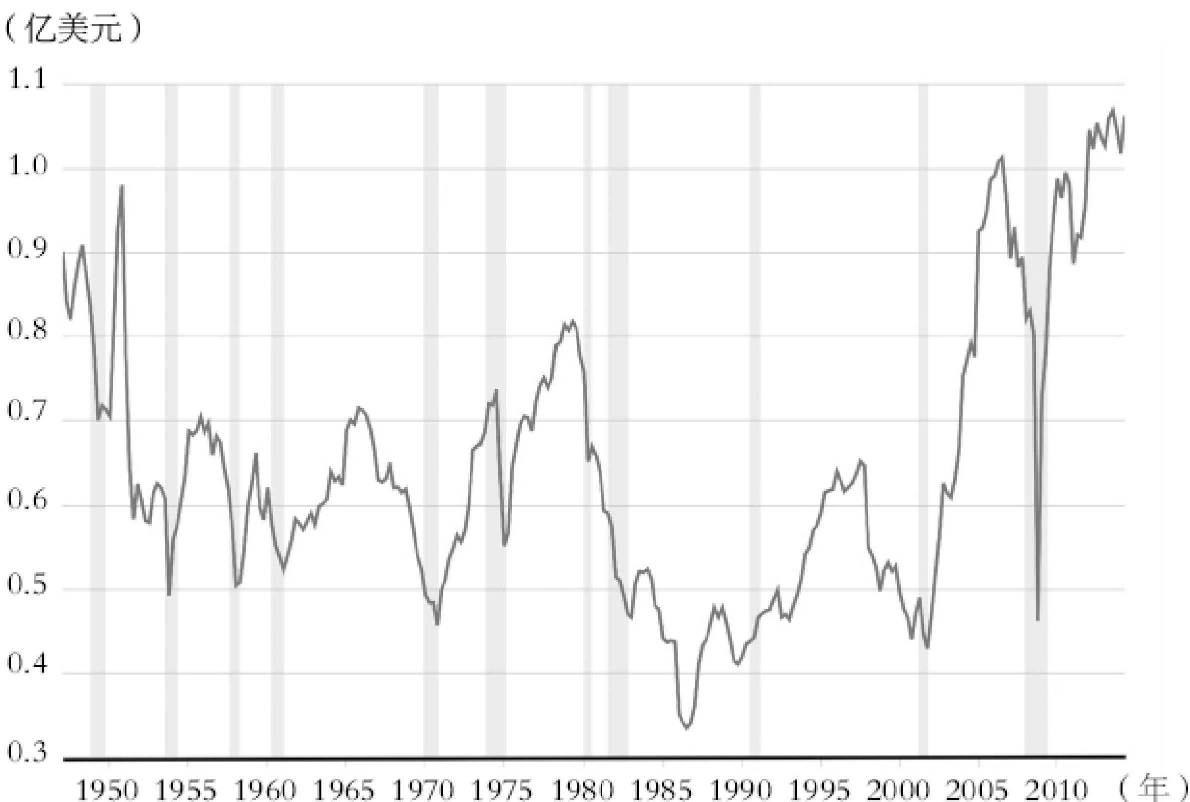


图2–4 企业利润占国内生产总值的百分比

数据来源：圣路易斯联邦储备银行。

卡拉巴布尼斯和尼曼得出结论：劳动力的比重在全球的下降是由于“资本生产部门效率的提高，而这往往归因于信息技术和计算机时代的进步”。作者还指出，稳定的劳动收入比重仍然是“宏观经济模型的一个基本特征”。换句话说，经济学家似乎并没有充分接受1973年以来

生产率和工资增长差距的事实，他们显然还是愿意用鲍利定律作为模拟经济的公式。

下降的劳动力参与率

另一个趋势是劳动参与程度的下降。2008~2009年的经济危机之后，失业率的下降往往不是因为有了大量新的就业机会，而是因为消极的失业者退出了劳动力市场。失业率只计算积极寻求就业岗位的人，但劳动力参与率不同，它能直观地看出劳动者放弃找工作的情况。

如图2–5所示，1970~1990年间，由于女性涌入劳动力市场，劳动力参与率大幅上升。这一总体趋势掩盖了一个关键性的事实，即男性在劳动力中的比例自1950年以来一直在持续下降，从大约86%下降到2013年的70%，女性的劳动力参与率在2000年达到峰值60%；而整体的劳动力参与率也在同年达到最高峰，大约占67%。

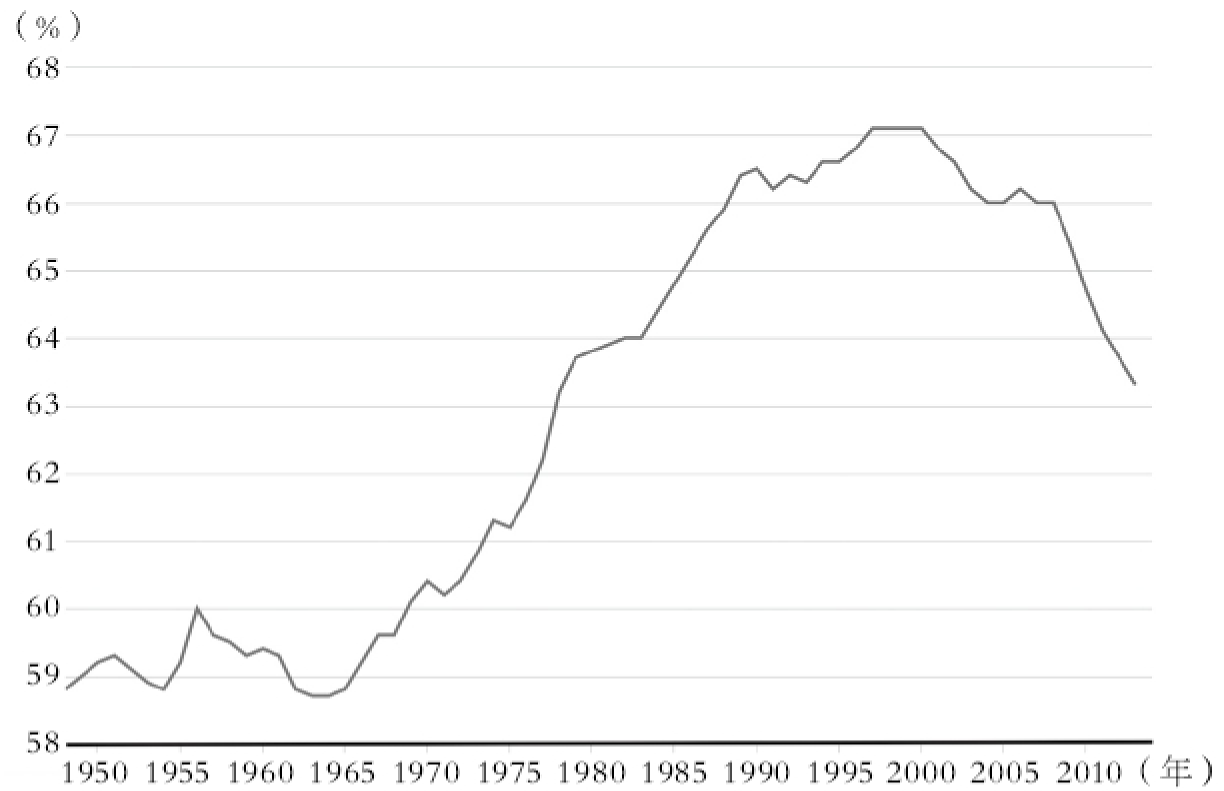


图2–5 劳动力参与率

数据来源：美国劳工统计局和圣路易斯联邦储备银行。

劳动力参与率从那时起一直在下降，虽然部分原因是婴儿潮一代的退休，还有部分原因是年轻的劳动者正追求学业，但这些人口趋势并不能完全解释劳动力参与率的下降。25~54岁间的成年人，他们处在足以上完大学，甚至读完研究生，但也不至于退休的年龄段，他们的劳动力参与率从2000年的约84.5%下降到2013年的刚刚超过81%。换句话说，自2000年以来，无论是整体劳动人口参与率还是处在黄金工作年龄的成年人的劳动力参与率都下降了大约3个百分点，其中约一半的跌幅发生在2008年金融危机爆发之前。

劳动力参与程度的下降，还伴随着社会伤残保障计划申请人数的激增。该计划旨在为那些受伤体弱的劳动者提供保障支持。2000~2011年，申请数量增加了一倍多，从每年约120万增长到近300万。由于没有证据证实世纪之交的时候发生了很多工伤事件，因此很多分析家怀疑伤残保障计划成了最后一招，被滥用成一种永久性的失业保险计划。考虑所有这一切之后，很明显，有一些除人口或经济周期之外的因素正在把人们赶出劳动力市场。

就业机会减少，无就业复苏延长，长期失业飙升

在过去的半个世纪中，美国经济在创造新的就业机会方面越来越无力。只有90年代的时候才勉强跟上过去10年的就业增长，这主要是由后面5年的技术热潮带来的。2007年12月开始的经济衰退和随之而来的金融危机对2000年以后10年的就业确实是一场彻头彻尾的灾难；这10年结束时，就业岗位与1999年12月时的数量几乎相同。但是，即使在大萧条袭来之前，也能看出新世纪第一个10年的就业增长注定是“二战”以来最差的。

如图2–6所示，到2007年年底，经济中就业岗位的数量仅增长了5.8%。如果没有出现经济危机，把这个数字按比例算出整个10年的增

长，那么2000年之后的10年就业岗位数量会大约增长8%，不到20世纪80年代和90年代增长的一半。

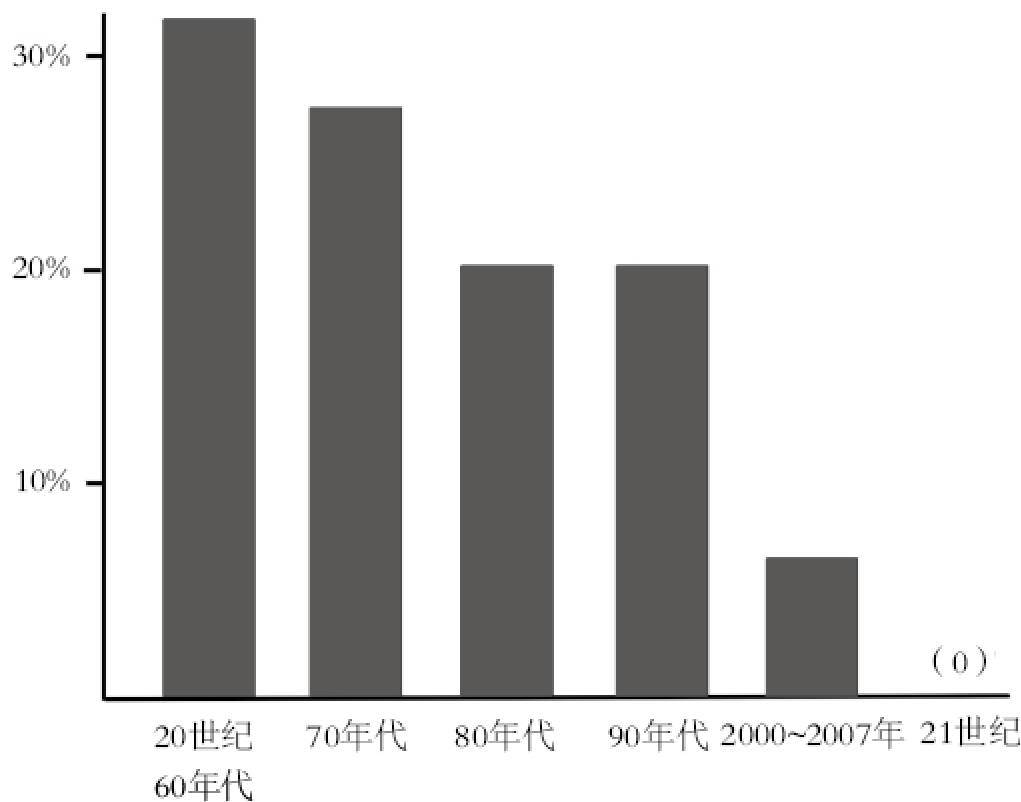


图2–6 每10年美国创造的就业机会

数据来源：美国劳工统计局和圣路易斯联邦储备银行。

经济需要产出大量新的就业岗位以跟上人口增长，根据不同的假设，每个月需要创造7.5万~15万个岗位。考虑到这一现实，创造就业机会的糟糕表现令人尤为不安。即使实现了较低的就业预期，这10年还是少创造了900万个就业岗位。

还有证据明确表明，一旦衰退伤了经济的元气，就业市场复苏就要花掉越来越长的时间。临时裁员已经向无就业复苏屈服了。克利夫兰联邦储备银行2010年的一份研究报告发现，在最近的经济衰退中，失业工人找到新的就业岗位的速度大幅减慢。换句话说，问题不是经济低迷时期有更多的就业机会被破坏，而是恢复时期创造的就业机会更少了。2007年12月大萧条开始后，失业率又持续上升了近两年，最

终上升了整整5%，达到峰值10.1%。克利夫兰联邦储备银行的分析发现，工人更难找到新工作是失业率增长过高的首要原因。这反过来又导致了长期失业率的大幅增加，其在2010年到达了峰值，有大约45%的工人失业超过了半年。图2–7展示了劳动力市场从近期的经济衰退中恢复所需要的月数。大萧条造成了可怕的无就业复苏，从低迷开始到2014年5月，总共花了6年半的时间才恢复到衰退前的水平。

持续的失业是一个令人头疼的问题。职业技能会随着时间的推移而荒疏，工人们也越来越灰心，许多雇主似乎非常歧视长期失业者，甚至都不看他们的简历。在东北大学攻读经济学博士学位的兰德·加亚德做了一项实验，一个刚刚失业但没有行业经验的申请者与一个有行业相关经验但失业已有半年多的申请者比较，前者得到面试的机会更大。由城市研究所所做的另一份报告发现，长期失业者与其他就业者并没有显著的差别，这表明，忍受耻辱的长期失业在很大程度上是因为运气不好。如果你碰巧在一个特别不利的时间丢了工作，并且在6个月内（如果经济自由落体式地下滑，这真是一种可能性）没有找到新的工作，那无论你多有资格胜任，你的就业希望都从那个时间开始急剧减少。

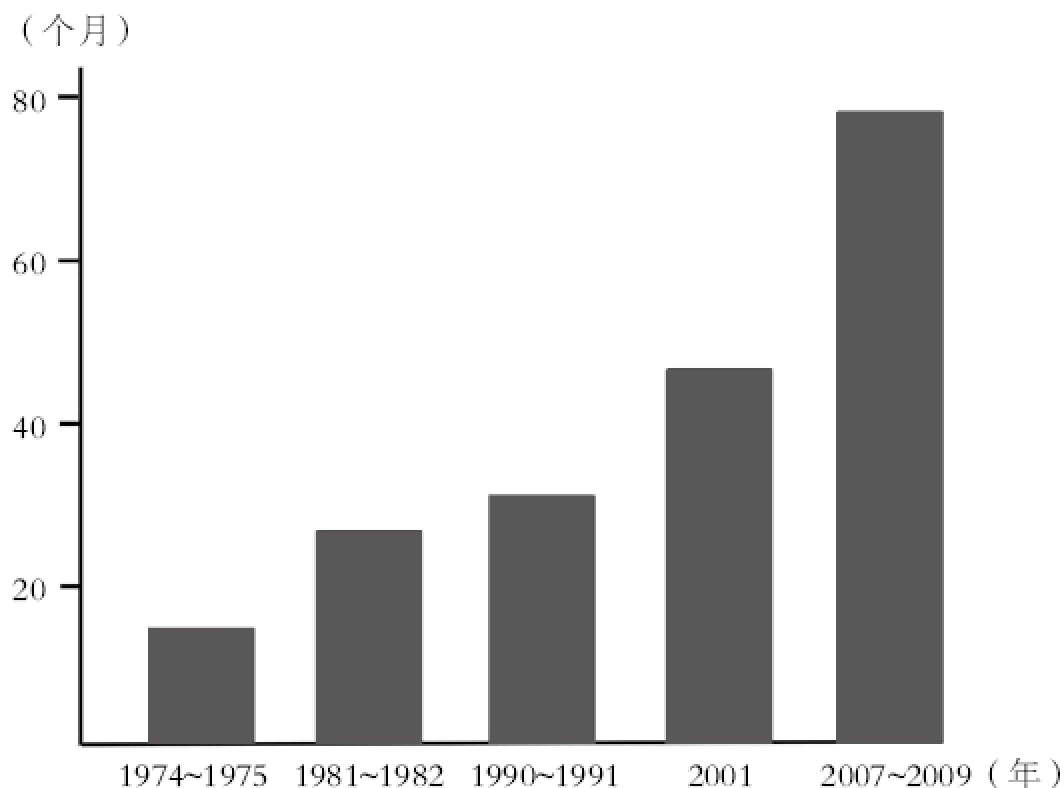


图2–7 美国经济衰退：就业恢复月数（从开始衰退起测量）

数据来源：美国劳工统计局和圣路易斯联邦储备银行。

贫富差距急剧扩大

贫富鸿沟自20世纪70年代起一直在稳步扩大。1993~2010年，超过一半的美国国民收入增长额进了收入前1%的家庭的口袋。从那时起，情况便更糟糕了。2013年9月，加利福尼亚大学伯克利分校经济学家伊曼纽尔·赛斯（Emmanuel Saez）发表了一篇分析文章，发现2009~2012年间，总收入高达95%的增长由最富有的1%的家庭吸收。尽管占领华尔街运动已经淡出了历史舞台，但有证据清楚地表明美国收入分配不仅严重不平等，而且这种不平等还可能与日俱增。

虽然不平等现象在几乎所有的工业化国家都有所增加，但美国的情况还是很异常。根据中央情报局的分析，美国的收入差距与菲律宾相当，而且明显超过埃及、也门和突尼斯。研究还发现，美国在经济流动性方面显著低于几乎所有的欧洲国家。

换句话说，相信任何人都可以通过努力工作和毅力获得成功，这一个构成美国精神的最根本的理念，在真实的统计面前并没有什么依据。

从个人角度看，不平等非常难以察觉。大多数人都会把注意力放在周围。他们烦恼的不是自己比不上对冲基金经理，反正他们有可能永远不会遇到，而是担心比不上隔壁的家伙。调查显示，大多数美国人大大低估了不平等存在的程度，而要他们对理想的国民收入分配做出选择时，他们认为这种理想状况在现实世界中只存在于北欧的社会民主主义国家。注

但不平等真正包含的意义，远远超出了无法超过自己身边人的无奈。最重要的是，那些位于最顶端的人的巨大成功，似乎与几乎所有人的黯淡前景联系在一起。从尼克松政府以后，当你还没有一次实质性加薪的时候，那句"水涨船高"的古老格言便显得相当无力了。

还有一点危险较为明显，那就是政治被金融精英们所利用。在美国，政治几乎完全由金钱所驱使，这一点比其他任何先进的民主国家都要严重。富人和他们控制的机构能通过政治捐助和游说来左右政府政策，其产生的结果往往与公众真正想要的东西明显相背离。这些占据收入分配顶端的人变得越来越游离于普通美国人的现实之外，生活在一种与他们几乎隔离开的泡沫中。而真正危险的是他们不愿意投资于普通人赖以生存的公共产品和基础设施。

那些身处最高层的富人所积聚的财富可能最终会对民主管理构成威胁。但是，大多数中等和工薪阶层的人面临的最直接问题是，就业市场正在大范围恶化。

应届毕业生收入减少和就业不足

人们几乎普遍把四年大学毕业后获得的学位看作是进入中产阶级的重要凭证。截至2012年，大学毕业生每小时平均工资比高中毕业生工资高出80%以上。大学生的工资溢价就是经济学家所说的“技能偏向型的技术进步”[注]（SBTC）的体现。“技能偏向型的技术进步”的大意是，因为信息技术的发展，受教育程度较低的工人所从事的大部分工作已经能够实现自动化或机械化操作，但同时，一般由大学生完成的需要更复杂认知能力的工作任务的相对价值得到了提升。

硕士和专业学位仍然意味着更高的收入，而自从进入21世纪以来，年轻大学毕业生如果没有更高的学位，情况其实也不乐观。一项分析显示，只有学士学位的年轻工人的收入在2000~2010年间下降了近15%，而且收入的大幅下挫在2008年金融危机爆发前就开始了。

最近毕业的应届大学毕业生还有就业不足的困扰。一些统计显示，整整一半的应届毕业生无法找到能够专业对口，且对职业生涯初始阶段至关重要的工作。许多运气不佳的毕业生可能会发现自己很难踏上中产阶级坚实的轨道。

当然，一般而言，大学毕业生与只有高中学历的工人相比收入仍然更高，但这主要是因为这些低学历工人的就业前景已经很惨淡了。截至2013年7月，20~24岁之间且不在学校上学的美国工人中，仅有不到一半拥有全职工作。16~19岁之间不上学的人中只有大约15%在全职工作。大学教育的投资回报也许在下降，但它总比不上大学要好。

两极分化和兼职工作

另一个新问题是，经济复苏期间创造的工作机会通常比衰退期间毁掉的工作要更差一些。在2012年的一项研究中，经济学家尼尔·杰莫维切（Nir Jaimovich）和亨利·E·萧（Henry E. Siu）分析了美国近期经济衰退的数据，发现最有可能永久消失的是体面的中产阶级职位，而经济复苏期间创造的就业岗位往往大多集中在如零售、酒店和食品制

作等低工资行业，还有少部分集中在需要大量培训的较高技能岗位。从2009年经济复苏开始，情况便是如此了。

这些新创造的低工资工作很多还是兼职性质的。从2007年12月大萧条开始到2013年8月期间，大约有500万个全职工作岗位消失，但兼职岗位却增加了近300万个。兼职工作的增加纯粹是因为工人们的工作时间被削减或是想找全职工作根本找不到。

经济有消灭中产阶级稳定工作的倾向，然后用要么是低工资的服务性工作，要么是专业的高技能工作取代它们，这一现象被称为“就业市场的两极分化”。职业两极分化造成了沙漏状的就业市场，求职者如果不能在顶端找到理想的工作，就只能跌落到底部。

麻省理工学院经济学家戴维·奥托尔（David Autor）对这种两极分化现象做了大量研究。在2010年的一篇论文中，奥托尔指出，随着两极分化的显现，四个中档职业类别受害尤其严重，它们是：销售，办公/行政，生产/工艺/维修，运营商/加工商/劳务工。1979~2009年这30年来，这四个领域所雇用的美国劳动力比例从57.3%下降到45.7%，而且2007~2009年岗位损失的速度还呈明显加速状态。奥托尔还明确指出，这种两极分化现象不只发生在美国，在大多数发达工业国家都有所记录，尤其是欧盟的16个国家，在1993~2006年这13年间，从事中档职业的劳动力百分比显著下降。

奥托尔总结认为，就业市场两极分化背后的主要驱动因素是“常规工作的自动化，其他因素还有通过贸易实现的劳动力市场的国际一体化，以及最近发生的离岸外包”。杰莫维切和萧在其最近的一篇探讨两极分化和无就业复苏之间关系的文章中指出，至少92%的中等职位失业在经济衰退后的一年内发生。换句话说，两极分化未必是按照一个宏大的计划发生的，它也不是一个平缓和不断演进的过程。相反，它是与经济周期紧密相连的一个有机过程。常规工作被淘汰是因为衰退期间经济方面的原因，但随后各种组织机构发现，一旦经济恢复正

常，日新月异的信息技术使他们可以无须重新雇用工人也能使企业正常运转。路透社资深编辑克里斯蒂娅·弗里兰（Chrystia Freeland）对此形容得尤其贴切，她写道："中产阶级这只青蛙没有被温水慢慢煮，而是被定期地放在高温下烘烤。"

技术进步的故事

人们很容易把技术进步和其所带来的常规工作自动化结合在一起，作为解释导致七大致命的经济发展趋势的主要原因。1947~1973年这段黄金时期的特点就是卓越的技术进步以及生产率的强劲增长。这段时期发生在信息化时代之前。在此期间，创新主要发生在诸如机械、化工和航空航天工程领域。举个例子，想一下，飞机是如何从利用内燃发动机驱动螺旋桨改进成利用喷气发动机这一更可靠、性能更好的推进力来源的。这一时期证实了所有经济学教科书里的东西：创新和飞涨的生产力使得工人更有价值，并且可以让他们得到更高的工资。

20世纪70年代，因为石油危机的发生，经济受到了重大冲击，进入了一段前所未有的高失业率和高通货膨胀并存时期。生产率急剧下降，许多领域要保持技术进步变得愈加困难。这一时期创新速度也随之趋于稳定，喷气式飞机领域变化不大，苹果和微软都是这个时期成立的，但信息技术的全面影响还远未到来。

20世纪80年代，创新有所增长，但多集中在信息技术部门。这种类型的创新对工人产生了不同的影响。对于那些有着适当技能的工人，计算机增加了他们的价值，如同战后的创新给几乎每个人带来了好处一样。但对于很多其他工人来说，计算机并没有带来十分正面的影响。某些类型的工作要么被全盘毁掉，要么不再需要专业技能，工人们因此价值降低，至少在他们接受计算机技能工作的培训之前情况

都是如此。随着信息技术得到重视，总收入中劳动所占的比例开始逐渐下降。从20世纪70年代起，喷气式飞机领域一直保持大致不变，但在仪器仪表和控制上越来越多地用起了电脑。

20世纪90年代，信息技术的加速创新更为明显，而互联网也在后5年的时间内迅速发展。始于80年代的那股趋势仍在持续，但这10年还见证了技术泡沫，以及数百万新的就业岗位的创造，尤其在信息技术行业内。这些都是些好工作，通常涉及管理计算机和网络，是对各种规模的企业都至关重要的岗位。这个时期的工资收入情况因此要好一些，但仍然远比不上生产率的增长。创新则更加集中在信息技术领域。1990年和1991年的经济衰退之后便是工人的无就业复苏，很多人失去了原来体面的中等工作，努力去寻找新的就业岗位。就业市场两极化趋势逐渐加强。喷气式飞机的设计与70年代基本无异，但现在的飞行自动化程度得到了提高，且用上了电传操纵系统，该系统能根据飞行员输入的指令用电脑来操控界面。

进入21世纪以来，信息技术继续加速发展，因为更加善于利用技术，企业的生产率得到了提高。随着公司将工作自动化或外包，或开始将信息技术部门外包给“云”计算服务，很多90年代创造的好工作开始消失。在整个经济领域内，计算机和机器没有使工人更有价值，反而越来越多地取代他们，工资增长也远低于生产率的增长。国民收入中无论是劳动还是劳动力参与率的比例都急剧下降。

就业市场继续分化，无就业复苏成为常态。喷气式飞机仍然使用与70年代相同的基本设计和推进系统，但计算机辅助设计和模拟带来了包括燃油效率提升在内的多方面改进。飞机使用的信息技术变得更加尖端，其中通常包括全自动化飞行，使飞机能够在无人干预情况下完成起飞、空中飞行、着陆等整个飞行任务。

现在，你可能会对这个故事不以为然，因为它过于简单，甚至可能完全错误。毕竟，导致这些问题的真正原因难道不是全球化或“里根

经济学”吗？正如我所说的，这是一个假想的故事：一个帮助说明技术在这七大经济趋势中重要作用的简单故事。每种经济趋势都已经被经济学家和其他试图探寻根本原因的专家们研究过了，而技术经常被当作是影响因素，虽然不总是主要因素。但是，当把所有的七大趋势结合起来考虑时，信息技术进步是一种破坏性经济力量的说法便相当具有说服力了。

除了信息技术的进步，还有其他三个可以设想的因素是导致七大经济趋势的全部或至少大部分原因：全球化、金融业的发展和政治（我在其中包括了如放松管制和工会的衰落等因素）。

全球化

全球化对某些行业和地区已经造成的巨大影响是不可否认的，只要看看美国“铁锈地带”[注]的现状就知道了。但是，全球化本身，尤其是与中国的贸易往来，并不能造成大多数美国工人的工资在过去40年里停滞不前。

首先，直接受贸易全球化影响的工人来自贸易部门，即生产可输送到其他地区的商品或服务的产业部门。绝大多数的美国工人如今在非贸易领域工作，比如政府、教育、医疗保健、食品服务和零售行业等。在大多数情况下，这些人不直接与海外劳工进行竞争，所以全球化并没有压低这些人的工资。

其次，虽然看起来沃尔玛销售的很多商品都是中国制造，但美国人的大部分消费支出都留在了美国。旧金山联邦储备银行的两位经济学家格林纳·黑尔（Galina Hale）和巴特·霍比金（Bart Hobijn）2011年所做的一项分析发现，美国人采购的货物和服务有82%完全在美国生产，这主要是因为我们把绝大多数的钱花在非贸易服务上。从中国的进口总额占美国消费支出的不到3%。

如图2–8所示，自20世纪50年代初开始，美国制造业雇用工人的比例无疑在急剧下降。这一趋势在20世纪90年代《北美自由贸易协定》（NAFTA）制定和2000年之后中国崛起的几十年前就开始了。其实，这种下降在大萧条结束后就似乎停止了，因为制造业就业实际上已经跑赢了整个就业市场。

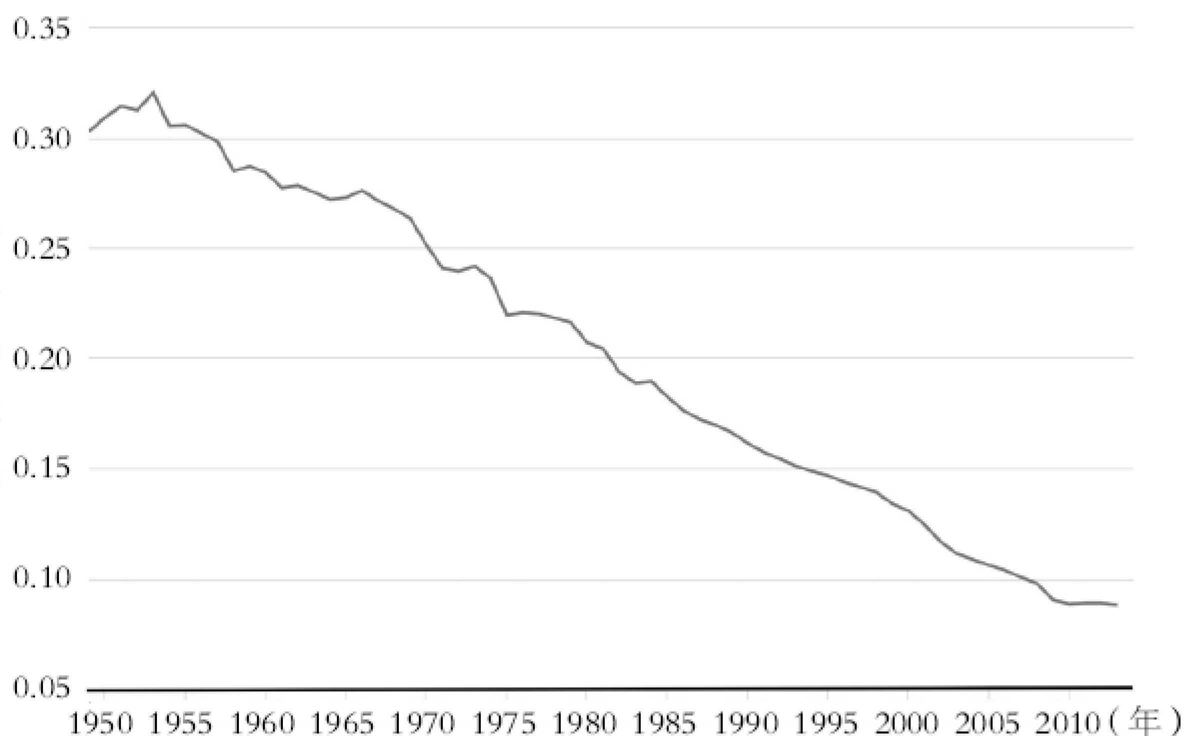


图2–8 美国制造业工人比例

数据来源：美国劳工统计局和圣路易斯联邦储备银行。

有一股强大的力量一直在冲击着制造业就业，这股力量便是技术进步。尽管制造业就业人数占总就业人数的百分比一直在稳步下降，但经通货膨胀调整后美国制造的商品价值却在大大增加。我们正在生产出更多的产品，但却需要越来越少的工人。

金融化

1950年，美国金融业约占整体经济的2.8%。截至2011年，金融业相关活动的增长超过2倍，约占国内生产总值的8.7%。金融行业支付

给工人的报酬也在过去30年中剧增，现在比其他行业的平均水平高70%左右。银行持有资产从1980年占国内生产总值的55%激增至2000年的95%，而金融业产生的利润在1978~1997年间，从平均约占所有企业利润的13%增加至1998~2007年间的30%，增长超过一倍。无论用何种方式衡量，金融业占美国经济活动的份额都有了大幅增长，而在几乎所有的工业化国家，金融业也都有了一定程度的增长。

人们对经济金融化的不满是因为金融活动主要是寻租。换句话说，金融部门既没有创造真正的价值，也没有增加社会的整体福利，它只是不断变着花样从经济的其他领域抽取利润和财富。也许马特·泰比（Matt Taibbi）2009年7月发表在《滚石》杂志的一篇文章中的指控说得最为精彩，他对高盛这个华尔街著名公司进行了讽喻，将这家公司比作“一只披着人类外衣的吸血怪兽，时刻准备将它的触角伸向任何一个有利可图的角落”。

研究过金融化的经济学家发现，金融业的增长与社会不平等，以及劳动收入占国民收入的份额下降之间有很强的相关性。金融业实际上是在对其他经济部门征收一种税，然后将收益重新分配给财富阶层，因此可以合理地认为，金融业在我们上述的诸多趋势中发挥了作用。不过，似乎很难给出强有力的理由把金融化作为两极分化和常规工作消失的主要原因。

金融部门的增长一直高度依赖信息技术，认识到这一点也很重要。最近数十年来，几乎所有的金融创新，包括债务抵押债券（CDOs）和国外的金融衍生品，如果没有强大的计算机支持就不可能实现。同样，近2/3的股市交易都在运用自动交易结算，而华尔街的公司已经在离交易所很近的地方建起了庞大的计算中心，就是为了在分秒之间获得交易优势。2005~2012年，成交一笔交易的平均时间从10秒下降到0.000 8秒，而自动高速交易也与2010年5月的“闪电崩盘”脱不了

干系。当时道琼斯工业平均指数暴跌近千点，之后又快速反弹，而这一切只发生在短短几分钟之内。

从这个角度看，金融化并不能作为解释七大经济发展趋势的有力理由，它在一定程度上可以说是信息技术加速发展的衍生物。对此，在我们展望未来时，有一点需要注意：随着信息技术继续快速发展，我们可以肯定的是，金融创新者在没有制约的情况下，会想方设法地利用所有信息技术创造出新功能。而如果我们以史为鉴，会发现他们的创新不一定会有利于整个社会。

政治

20世纪50年代，美国私营部门中超过1/3的劳动力是工会成员。到2010年，这一数字下降到7%左右。在其鼎盛时期，工会是整个中产阶级强有力的支持者。20世纪50年代和60年代，工人能够始终享受生产率增长的大部分成果，部分归功于当时工会的谈判能力。如今的情况则大为不同了，现在的工会只是在努力维持其现有的会员数量。

工会权力的急剧下降是过去30年美国经济政策向右倾斜的最明显的现象之一。政治学家雅各布·S·哈克（Jacob S. Hacker）和保罗·皮尔森（Paul Pierson）在其2010年出版的《赢家通吃的政治》（*Winner Take All Politics*）中，对政治是美国不平等的主要原因给出了令人信服的理由。哈克和皮尔森认为，1978年是美国政治格局在保守的商业利益持续、有组织地攻击下开始转变的关键一年。在随后的几十年里，行业管制放松了，对富人和企业的最高边际税率都削减至历史低点，工作场所也越来越不适合工会组织的存在。这在很大程度上不是由选举政治造成的，而是由代表商业利益的机构不断游说带来的。随着工会力量的衰退，以及华盛顿说客数量的激增，首都日常政治斗争的力量变得越来越不对称。

尽管美国的政治局势似乎对中产阶层尤为不利，但已有证据表明，先进技术影响到了很多发达国家和发展中国家。不平等在几乎所有工业化国家都在不断增长，而劳动收入占国民收入的比例却在普遍下降。大多数欧洲国家已经出现了就业市场的两极分化。在加拿大，尽管工会力量仍然很强大，但不平等同时也在上升，中等家庭收入自1980年以来在扣除物价因素后有所下降，而由于制造业岗位的消失，私营部门工会成员的数量已经有所下降。

从某种程度上说，这个问题是原因归属问题。如果一个国家没有相关政策来缓解由技术进步带来的结构性变化的影响，那我们应该把问题归为技术还是政治的原因呢？无论如何，美国制定的政治决策是独一无二的，它不但没有制定有效的政策来减缓使国家走向更大不平等的步伐，而且还经常在幕后做些实质上是推波助澜的决定。

展望未来

关于造成不平等加速和长达几十年工资停滞的主要原因的争论可能还会继续下去，而且由于它触及两极分化的严峻问题，涉及工会、对富人的税收税率、自由贸易以及政府的适当作用等，这一讨论肯定会沾上意识形态的色彩。在我看来，这里举出的证据表明，信息技术在过去的几十年中起到了虽不占主导但却显著的作用。除此之外，我还是愿意把数据留给经济史学家来钻研，或许有一天他们会告诉我们一个更加明确的答案，到底是哪些力量带领我们走到了今天。本书真正关注的问题或者说主题是：在未来，什么将是最重要的。在过去的半个世纪中，很多对经济和政治环境产生深刻影响的力量已经基本上耗尽了。公共部门以外的工会已经元气大伤，想要拥有职业的女性也已经加入到了劳动力大军中或是到大学和职业学校就读。有证据表

明，促使工厂离岸外包的动力已经显著减缓，而在某些情况下，制造业正在重返美国。

在影响未来的众多力量中，信息技术的指数级增长独树一帜。即使是在政治环境更加顺应普通工人福利的国家，技术带来的变化也越来越明显。随着技术前沿的推进，尽管今天我们认为很多工作并不“常规”，可以免于自动化的破坏，但这些工作最终也会被拉入“常规”和“可预测”的工作类别。而随着机器人和自助服务技术蚕食着低工资的工作，随着越来越智能的算法威胁着高技能的职业，已经两极化的就业市场中间挖空的部分可能会继续扩大。事实上，牛津大学卡尔·本尼迪克特·弗雷（Carl Benedikt Frey）和迈克尔·A·奥斯本（Michael A. Osborne）2013年一项研究表明，占美国就业总人口近一半的工作在今后约20年内可能会受到自动化的冲击。

尽管信息技术的加速发展几乎肯定会对未来经济和就业市场产生重大影响，这股势力还是会与其他强大势力深深交织在一起。由于高技能的工作越来越受电子离岸外包的影响，技术和全球化之间的界限将逐渐变得模糊。如果技术进步继续推动美国和其他工业化国家走向更深程度的不平等，那由金融精英带来的政治影响也只能增加，这是很有可能的。这使得制定政策以抵消经济结构变化和改善在收入分配中处于中下层人们的生存状况将更加困难。

在2009年出版的《机器危机》一书中，我说过：“尽管技术专家都在积极思考和创作与智能机器有关的书籍，但对大多数经济学家来说，技术要真正取代人类大部分劳动力，并导致永久性的结构失业几乎是不可想象的。”有些经济学家为了自己的声誉，开始更认真地思考自动化广泛应用的可能性。麻省理工学院的埃里克·布莱恩约弗森（Erik Brynjolfsson）和安德鲁·麦卡菲（Andrew McAfee）在其2011年合著的电子书《与机器竞赛》（*Race Against the Machine*）中，将这些理念融进了经济思想的主流。包括保罗·克鲁格曼和杰弗里·萨克斯在内

的著名经济学家也同样道出了关于机器智能可能带来的影响。但是，认为技术有一天可能会真正转变就业市场，并最终给我们的经济体系和社会契约带来根本性变化的观点要么未被完全承认，要么还处在公共话语的边缘地带。

事实上，在经济和金融业的从业者中，往往会条件反射般地驳回那些认为这一次可能会有所不同的人。这在讨论主要由人的行为和市场心理推动经济发展时极有可能是正确的直觉。最近的房地产泡沫和萧条的心理基础与历史上金融危机的心理基础几乎没有什么不同。许多早期罗马共和国的政治阴谋可能正好能登上今天《政治家》的头版。这些东西从来没有真正改变过。

但是，用同样的道理分析技术进步的影响便不对了。直到第一架飞机在北卡罗来纳州的基蒂霍克获得持续动力飞行的前一刻，"人类被绑在重于空气的玩意儿里面飞不起来"，这是一个不容置疑的事实，是从有人类开始就有数据支持的。正如飞行的梦想变成现实一样，类似的现象也在技术的推动下在几乎每一个领域中不断地发生着。这一次，因为有了技术，情况变得总是不同，毕竟它是创新的起点。最终，智能机器能否有一天侵蚀一般人的工作，揽去经济运行的大部分工作，这个问题不能从历史中学到，而是要由未来的技术本质来回答。

在下一章中，我们将研究信息技术的本质、它不懈的加速发展、它区别于其他力量的特性，以及它正在改变重要经济领域的方式。

---

1. "三重革命专门委员会"并不主张立即执行最低收入保障。相反，它提出了9条过渡政策，其中很多条目都是相当传统的，包括大幅增加教育投资，加大公共工程力度创造就业，以及建设低价住房等。该报告还指出要大幅增加工会的作用，并建议工会组织不仅要维护在职者的利益，还要维护失业者的利益。

2. 埃尼阿克（电子数字积分计算机）于1946年诞生在宾夕法尼亚大学。它是真正的可编程计算机，经费由美国陆军提供，主要用于计算炮弹射击的火力表。

3. 由于沟通不畅，维纳的文章并未在1949年发表。2012年，其草稿的副本由麻省理工学院图书馆档案室的文件研究员发现。2013年5月，《纽约时报》科学记者约翰·马科夫（John Markoff）的文章中最终发表了该篇文章的大量摘录。

4. 劳动生产率测量的是工人每小时的输出（商品或服务）价值。这是一个经济体总体效率至关重要的测量手段，在很大程度上，它决定了一个国家的富裕程度。发达的工业化国家拥有较高的生产率，因为他们的工人有机会获得更多、更好的技术，可以享受更安全、更健康的环境以及更好的营养水平，还有他们一般受过更好的教育和培训。贫困国家没有这些，因此生产率较低；这些国家的人必须更长时间、更努力地工作才能有同样的输出水平。

5. 在讨论工资增长与生产率增长之间的差距时还有一点技术问题。无论是工资（或者更广泛地说，薪酬）还是生产率的数值都必须根据通货膨胀予以调整。劳工统计局采用的标准方法是用两种不同的通货膨胀指标。工资按照消费价格指数调整，因为这反映了劳动者实际花在产品和服务上的钱。生产率则按照国内生产总值平减指数（或物价平减指数）调整，这是整个经济更广泛采用的通货膨胀指标。换句话说，国内生产总值平减指数包含了消费者实际不会购买的很多东西的价格。在计算机和信息技术领域，这两个指标体现得尤为不同。由于摩尔定律的发展出现了价格的大幅下跌，使得这个领域在国内生产总值平减指数中比在消费价格指数中更为重要（电脑不是大多数家庭预算的一大组成部分，而是被企业大量购置）。一些经济学家，特别是更加保守的经济学家认为，工资和生产率都该使用国内生产总值平减指数进行调整。使用这种方法时，工资增长与生产率增长之间的差距会显著缩小，但这种方法几乎肯定会低估通货膨胀指数对工薪阶层的影响。

6. 无论党派，结果都是如此。杜克大学丹·艾瑞里（Dan Ariely）进行的一项研究表明，超过90%的共和党人和93%的民主党人首选在美国推行类似瑞典的收入分配制度。

7. 技能偏向型的技术进步和大学毕业生工资溢价是收入不平等增加的部分原因。然而，由于近1/3的美国成年人口拥有大学学位，如果这是收入不平等现象产生的唯一原因，那不平等比实际存在的要温和得多。真正的原因在顶层，而且越往上走差距越极端。顶层1%（或者0.01%）富人的巨额财富并不能归因于接受了更好的教育或培训。

8. “铁锈地带”，是指从前工业繁盛如今衰落的地域。——编者注

第三章
信息技术：前所未有的破坏力量

想象一下，往一个银行账户存入1分钱。现在，每天将账户存款加倍。第三天，你将由2美分增至4美分。第五天，你的存款将从8美分加至16美分。经过不到一个月的时间，你将拥有超过100万美元。如果我们是在1949年时存入开始的那一分钱，当时诺伯特·维纳正在写一篇关于计算未来的文章，然后让摩尔定律发挥其效力，即集成电路容纳的元器件数目大约每两年便会增加一倍，到2015年，我们的技术账户里将有近90亿美元。随着事情向前发展，账户余额将继续翻番。未来的创新将能够利用这笔巨大的累计盈余，结果便是，未来几年和几十年的发展速度很可能远远超出我们过去已经习惯的样子。

摩尔定律是最知名的揭示计算能力发展的规律，但事实上，信息技术在许多不同的方面都在加速发展。例如，计算机的存储容量和由光纤线路传导的数字信息量都已经有了指数级增长。加速也不只局限于计算机的硬件，一些软件算法效率的飙升速度已远远超过摩尔定律所能预测的。

虽然指数级加速更有助于我们看清相对较长时间内信息技术的发展，但短期的情况则更为复杂。前进过程并不总是一帆风顺，企业在提升了运行能力，并为下一阶段快速发展奠定基础后，有可能会进入一个发展停滞期。技术的不同领域之间也有错综复杂的相互依赖和反馈路径。一个领域内的进展可能会激发另一个领域的突然创新。随着信息技术继续前进，它的触角日益延伸到各个企业和整个经济之中，往往还能改变人们促进信息技术本身发展的方式。想一下，互联网和

复杂的协作软件的兴起是怎样促成软件开发的离岸外包的；熟练的程序员数量因此大大增加，更有助于推动更大的技术进步。

加速和停滞

信息和通信技术的指数级增长持续了几十年之久，而其他领域的创新则很大程度上在稳步递增。例如汽车、房屋、飞机和厨房用具的基础设计，以及综合交通运输和能源基础设施等，它们自20纪中叶开始都没有显著改变。PayPal（贝宝）联合创始人彼得·泰尔（Peter Thiel）的著名评论恰能反映出这一代人期待更酷的未来，他说，“我们被许诺的是能飞的汽车，而得到的却是140个字符”。

这种缺乏大众基础的繁荣与19世纪最后几十年和20世纪前半叶人们的经历形成了鲜明对比。在这段时期，室内管道、汽车、飞机、电力、家电，以及公共卫生和公用系统被广泛使用。至少在工业化国家，社会各阶层的生活质量都得到了惊人的提升，甚至社会的整体财富也被推向了令人眩晕的新高度。

一些经济学家注意到了技术在大部分领域内放缓的发展速度，并把它与在前面章节中提到的经济发展趋势，特别是与大多数普通美国人收入的停滞联系在一起。现代经济学有一个基本原则是，这样的技术变革对经济保持长期增长是至关重要的。正式提出这一观点的是经济学家罗伯特·索洛（Robert Solow），他于1987年获得诺贝尔奖。如果创新是繁荣的主要推动力，那么收入停滞也许意味着问题出在新发明和创意的生成速度上，而不是技术对工人阶级和中产阶级的影响上。也许计算机并不是真的那么重要，但在广泛层面上缓慢的进步速度是最要紧的。

几位经济学家给出了自己的理由。乔治·梅森大学经济学家泰勒·柯文（Tyler Cowen），在他2011年的《大停滞》（*The Great Stagnation*）一书中，提出美国经济在利用完相对简单的创新成果、免费的土地和未充分利用的人才资源之后，已经步入了一个暂时的高原期。西北大学的罗伯特·J·戈登（Robert J. Gordon）更是悲观，他在其2012年的论文中提出，在创新步伐缓慢、过度负债、人口老龄化，以及教育体制缺点暴露这些“逆风”因素的阻碍下，美国的经济增长可能基本结束了。

为了洞悉影响创新步伐的因素，从历史上几乎所有技术都遵循的发展路径考虑可能会比较有用。飞机是一个很好的例子。第一次控制动力飞行发生在1903年12月，持续了大约12秒钟。从那个不起眼的时刻开始，进步速度开始加快，但由于最初的技术水平较低，真正的飞机在若干年后才问世。1905年，莱特兄弟能在空中停留近40分钟，行驶约24英里。然而，在未来几年，事情进展得异常顺利，航空技术飞速发展。到“一战”的时候，飞机已经加入了高速的空中战斗。在接下来的20年中，进步速度继续加快，最终生产出高性能的战斗机，比如喷火战斗机、零式战斗机和P–51战斗机。接着，“二战”前后，前进的速度明显放缓。利用内燃发动机驱动螺旋桨的飞机已与它们最终的样子非常接近，自此以后的设计都只是小幅改进。

这种S形路线在加速或指数级发展之后最终趋于稳定，有力地揭示了几乎所有技术的发展规律。当然，我们知道，在“二战”接近尾声时，出现了一种全新的航空技术。很快，喷气式飞机的性能水平远远超过了任何螺旋桨飞机。喷气式飞机是一种颠覆性技术，它有自己的S曲线。图3–1显示了曲线可能的样子。

如果希望大大加快飞机设计创新的步伐，我们需要找到另一种S曲线，并且该曲线能代表一种技术，不仅具有优异的性能，而且经济上必须可行。[注]当然，问题是，到目前为止，这条新的曲线仍无处可

寻。假设我们不能轻松地越过防护网到神秘的“51区”军事基地寻得这种颠覆性的新技术，那我们需要一个巨大的飞跃才能得到新的S曲线，而前提当然是该曲线真的存在。

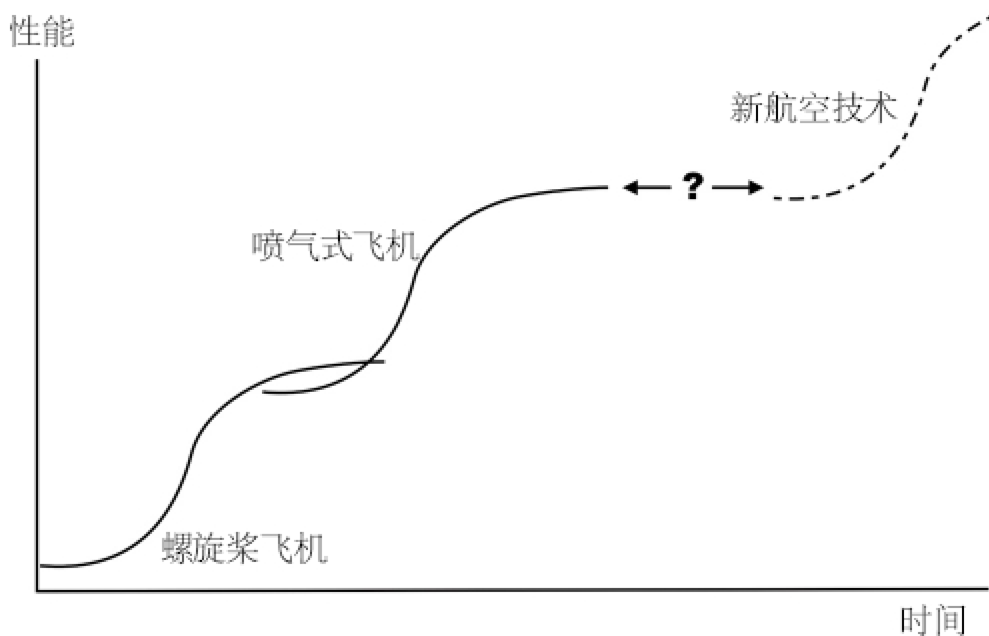


图3–1 航空技术S曲线

资料来源：圣路易斯联邦储备银行。

其中关键在于，虽然许多因素肯定会对技术S曲线的相对位置产生影响，比如研究和发展水平、投资、有利的监管环境等，但目前为止最重要的因素是一系列控制着技术领域的物理定律。我们尚未创造出颠覆性的航空新技术，这主要是由物理定律和目前科学技术知识的局限性造成的。如果我们希望在广泛的技术领域再经历一次堪比1870~1960年间的快速创新期，我们就需要在所有这些不同的领域都找到新的技术S曲线。显然，这是一个巨大的挑战。

但是有一点值得乐观的是，加速的信息技术将会对其他领域的研究和开发产生积极的影响。计算机已经在很多方面都发挥了变革作用。人类基因组测序肯定已经离不开先进的计算能力。而模拟和基于计算机的设计，极大地扩大了在各种研究领域实验新想法的可能性。

信息技术成功地对我们所有人都产生巨大影响的例子是先进的计算能力在油气勘探中的运用。随着易开采油气田全球供应能力的下降，像3D地下成像这样的新技术已成为寻找新储备不可缺少的工具。比如，沙特阿拉伯国家石油公司阿美石油（Aramco）便拥有一个庞大的运算中心，里面功能强大的超级计算机会有助于控制油流。很多人可能会惊讶地得知，摩尔定律最重要的影响之一是，至少到目前为止，世界能源供应与不断增长的需求一直能保持同步。

微处理器的出现使得我们计算和处理信息的整体能力实现惊人的增长。曾经的电脑体积庞大，速度慢，价格高昂，而且数量很少，而如今它们价格便宜，功能强大，而且无所不在。如果你将自1960年以来微处理器的数目乘以一台计算机增加的运算能力，结果将超出预料。我们整体计算能力的增长无法估量，如果最终不能对各种科学和技术领域产生重大影响，那简直是不可想象的。然而，我们想要达到的真正具有颠覆性创新特征的那条技术S曲线，决定其位置的主要因素仍是自然的适用法则。计算能力无法改变这个现实，但它很可能会帮助研究人员缩小一些差距。

相信我们已经走到技术高原期的经济学家们一般会深信创新速度与实现全面繁荣之间的紧密关系。言下之意是，如果我们可以开启大范围的技术进步，那么收入中值将再次开始实现实质性增长。我想结果可能并不会如愿。为了找到原因，让我们来看看是什么让信息技术与众不同，还有它与其他领域的创新是如何交织在一起发挥作用的。

为什么信息技术与众不同

计算机硬件几十年来的不断加速发展表明，它位于S曲线陡峭部分的时间要远远超过其他技术领域。但现实是，摩尔定律已经成功变身成为阶梯式S曲线，每一段代表一种特定的半导体制造技术。例如，用

于制作集成电路的光刻工艺最初是基于光学成像技术的。当单个设备元件的尺寸缩小到因可见光波太长而无法再缩小时，半导体工业转向了运用X射线来进行光刻。图3–2大体展示了一连串S曲线向上攀爬可能的样子。

信息技术的一个本质特征是得到连续的S曲线相对容易。可持续加速发展的关键并不在于“果实唾手可得”，而在于“树好爬”。爬树是个复杂的过程，是由激烈竞争所驱使的，且需要大量的投资，同时还有实质性的合作和规划。为了把所有这些成果整合在一起，该行业发布了题为“国际半导体技术发展路线图”的巨型文件，主要给出了未来15年摩尔定律详尽的发展路线。

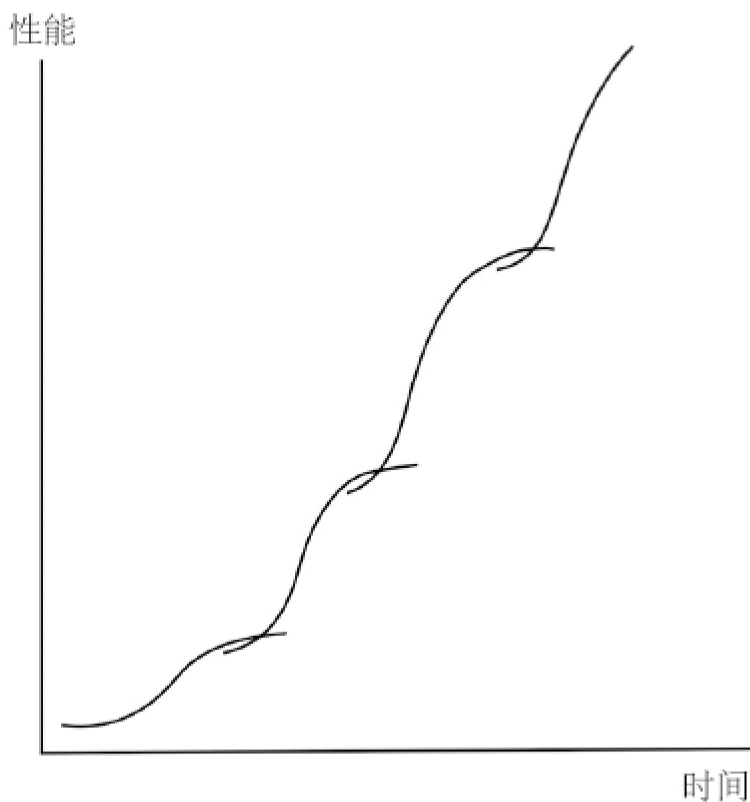


图3–2 作为阶梯式S曲线的摩尔定律

就目前情况来看，计算机硬件可能很快会遇到其他技术领域所面临的同样挑战。换句话说，要达到下一个S曲线可能最终需要一次巨大的飞跃，或者可以说是无法实现的飞跃。摩尔定律遵循的历史轨迹一

直是努力缩小晶体管的尺寸，这样越来越多的电路可以被容纳到一个芯片上。到21世纪20年代初，计算机芯片上单个元件的尺寸将缩小到约5纳米（十亿分之一米），这可能已经非常接近物理极限了，再想缩小几乎是不可能的。但是，有一些替代策略可能会使进步一直持续下去，包括3D芯片设计和特殊的碳基材料。[注]

虽然计算机硬件能力的提升步入了高原期，但其继续发展的空间还是很大。信息技术处在两种不同现实的交叉点上。摩尔定律主导了整个原子领域，其中为造出更快的设备，尽量缩小芯片或尽力使芯片散热，每个过程中的创新都很艰难。然而，在二进制这个抽象而没有冲突的领域里，算法、架构（计算系统的概念设计）以及应用数学支配着进展速度。在有些地方，算法的推进速度已远远快于硬件的发展速度。德国柏林祖斯研究院（Zuse Institute）的马丁·戈洛奇（Martin Grötschel）在最近的研究中指出，如果使用1982年的计算机和软件，需要整整82年才能解决一个特别复杂的生产计划问题。而到2003年，同样的问题约一分钟就可以解决，性能约提高了4 300万倍。在这20多年的时间里，计算机硬件快了约1 000倍，意味着所运用的算法提升了大约43 000倍。

并非所有软件的提升速度都如此迅速，与人直接打交道的软件领域就是例外。在2013年8月接受《大西洋月刊》的詹姆斯·法洛斯采访时，查尔斯·西蒙尼（Charles Simonyi）这位负责监管微软Word（一个文字处理器应用程序）和Excel（一款试算表软件）发展的计算机科学家认为，软件在很大程度上未能跟上硬件的发展。当被问及未来最有可能改进的地方时，西蒙尼说：“最基本的答案是，没有人会再做常规、重复的事情了。”

通过寻找更好的方法在大规模并行系统中连接起大量廉价的处理器，也能为未来的进步创造巨大的空间。将现在的硬件设备运用全新的设计理念进行重新设计，也同样会带来计算能力的巨大飞跃。深刻

而复杂的结构设计可以创造出惊人的计算能力，这一点有明确的证据，那就是到目前为止最强大的通用计算机——人的大脑。在人类大脑形成的过程中，还没有摩尔定律这样的“奢侈品”来显示大脑的进化速度。人类大脑的“硬件”并不比老鼠的快，现代集成电路比大脑快几千到数百万倍，不同之处就在于大脑的复杂程度。事实上，要想达到计算能力（或者是机器智能）的极致，可能需要有一天研究人员能将当今计算机硬件的速度与接近大脑的复杂设计结合在一起。人们在这个方向上已经起步：2011年，IBM在人脑的启发下，发布了认知计算芯片，并为其起了一个贴切的名字“突触”（SyNAPSE），创造了一种新的编程语言来伴随硬件的发展。

除了硬件和软件的不断发展，我认为信息技术还有两个明显特征。第一，信息技术已经演变成一种真正的通用技术。我们日常生活的方方面面，特别是企业和各种规模组织的运作，很少不受到信息技术的显著影响，甚至对其高度依赖。计算机、网络和互联网正在融入我们的经济、社会和金融体系中，趋势已无法逆转。信息技术已经无处不在，也很难想象生活中没有它会怎样。

许多观察家将信息技术与电力相比，视其为另外一种产生变革的通用技术，于20世纪上半叶时开始广泛使用。尼古拉斯·卡尔（Nicholas Carr）在其2008年出版的《IT不再重要》注一书中，为“信息技术是像电力一样的工具”给出了非常有力的观点。这些比较很多都恰如其分，电的出现确实是一件伟大的事情。电气化以惊人的程度改造了企业、整体经济、社会机构和个人生活，而且都是以积极的方式。或许很难在美国这样的发达国家找到一个人，在电力问世后其生活水准没有得到巨大的提高。信息技术的变革性影响可能更为微妙，且对许多人来说，并不全是积极的。究其原因，是信息技术还有一项典型特征：认知能力。

第二，信息技术涵盖了智能技术，它的发展速度在技术进步的历史上前所未有。计算机能做出决定和解决问题，它在非常有限和特定的意义上是能思考的机器。没有人会说今天的计算机接近了人类的一般智力。但是，有一点往往被忽略了。计算机越来越善于完成专业化、常规性和可预测的工作任务，它们有可能很快超过目前正在从事这些工作的人们。

人类的经济进步主要来自职业的专业化，这正如亚当·斯密所说的“社会分工”。计算机时代进步的一种悖论是，随着工作变得更加专业化，可能在许多情况下也变得更容易实现自动化。许多专家会说，就一般智力而言，当今最好的技术也仅勉强胜过昆虫的智力。只不过昆虫还没有起降喷气式飞机、预订晚餐或在华尔街交易的习惯。现在的计算机可以做所有这些事情，而且它们很快要大举侵入其他许多领域了。

比较优势和智能机器

有些经济学家并不相信机器可能有一天会让我们大部分劳动力失业，他们的观点往往基于经济学中最重要的理论之一：比较优势理论。要看比较优势如何发挥作用，让我们想象两个人。简是一个真正出类拔萃的人，经过多年强化培训，她取得了其他人难以企及的成功，被认为是世界领先的神经外科医生之一。在大学和医学院之间的学业间隔年，简进入了法国最好的烹饪学院之一进行学习，现在也成了美食厨师这样的高端人才。汤姆就是个普通人，但他是个很好的厨师，厨艺让人赞不绝口。不过，他在厨艺上还不能与简匹敌。当然，不用说，汤姆可进不了手术室那样的地方。

既然汤姆当厨师竞争不过简，当然当医生更不行，那有没有什么办法可以让两人签订一项协议使他们两个人的生活都能优越呢？比较

优势给出了肯定的回答，它告诉我们，方法是简可以聘请汤姆当厨师。既然简做厨师比汤姆要好，那为什么还要这么做呢？答案是，这样做会给简腾出更多的时间和精力来做她真正擅长（而且会带来更多收益）的事情：脑外科手术。

比较优势的主要思想是，只要你专注做一件跟别人比“最不差”的事，你应该总能找到一份工作。这样做，你也同时给别人机会专注做一件事，从而获得更高的收入。按汤姆的情况，最不差的事是烹饪。简要幸运一些（也富裕得多），因为她最不差的事是她真正擅长的东西，而且这项才能恰好有很高的市场价值。纵观经济史，比较优势一直是个人之间和国家之间日益专业化和贸易增加的主要驱动力。

现在，让我们来改编一下这个故事。想象一下，简有能力轻而易举地克隆自己而且成本低廉。如果你喜欢科幻电影，想一下《黑客帝国2：重装上阵》（*Matrix Reloaded*）中尼奥对抗特工史密斯众多复制品的情形。在那场特殊的战斗中，尼奥最终获胜了，但我想你该注意到，汤姆要在简面前保住工作可能就没那么幸运了。比较优势发挥作用主要是因为机会成本的存在：如果一个人选择做一件事，她必然要放弃做其他事情的机会。时间和空间是有限的，她不能同时在两个地方做两件事情。

机器，特别是软件应用程序可以很容易地被复制。在很多情况下，复制它们的成本比雇用一个人要低得多。当智能可以被复制时，机会成本的概念就要被颠覆了。简现在同时可以进行脑外科手术和烹饪了。所以，她还需要汤姆干什么？可以打赌，很快，简的克隆版会把一些才华并不出众的脑外科医生的饭碗夺去。在智能机器时代，比较优势可能需要进行反思了。

试想一家大公司能够培养出一个员工，然后将他克隆成一大群员工，他们立刻都拥有了该员工的知识和经验。但是，他们从那时开始也能够不断学习和适应新形势，想象一下所有这些将带来的影响。当

信息技术中的智能被复制并且在组织机构间扩展应用的时候，说明它有潜力从根本上重新定义人与机器之间的关系。从很多工人的角度来看，计算机将不再是提高他们工作效率的工具，而是成了他们的替代品。当然，这一成果将使许多企业和行业的生产率大幅提高，但也使它们的劳动密集型色彩少得多了。

长尾的专横

机器智能的影响无所不在，其中信息技术行业本身最为明显。互联网催生了一些企业，它们拥有巨大的利润和影响力，但雇用的劳动力却少得惊人。例如，2012年，Google的利润近140亿美元，而其雇用的劳动力还不到3.8万人。对比一下汽车行业，在1979年的就业高峰期，仅通用汽车一家公司就雇用近84万工人，但只赚到了约110亿美元，比Google少赚了20%，而且这是经通货膨胀调整后的数据。福特、克莱斯勒和美国汽车公司雇用的工人有几十万之多。除了核心员工队伍，该行业也创造了数以百万计边缘的中产阶级工作岗位，比如驾驶、维修、保险和汽车租赁等。

当然，互联网行业也提供了一些边缘的工作机会。人们经常说新信息经济对每个人都是公平的。毕竟，任何人都可以写博客，投放广告，发行电子书，在eBay上卖东西，或开发一个苹果手机应用程序。尽管这些机会确实存在，但它们与汽车行业创造的稳定的中产阶级工作是截然不同的。有证据已经相当清楚地显示，网上活动赚得的收入几乎总是遵循赢家通吃的规律。虽然互联网理论上可能会使机会均等，壁垒拆除，但它实际产生的结果仍然是高度的不平等。

如果绘制出网站的流量，网上创造的广告收入，苹果音乐商店的音乐下载量，亚马逊图书的销量，苹果的应用程序商店或Google市场的应用程序下载量，或网上的其他任何东西，你会发现最后绘出的图

形几乎总是如图3–3所示。这种无处不在的长尾分布是主宰互联网领域公司的主要商业模式。如Google、eBay和亚马逊这样的公司能够在分布的每一点上都产生收入。如果一个公司控制着一个很大的市场，然后将沿着整条曲线产生的小额收入都汇总到一起，可以轻松赚到数十亿美元。

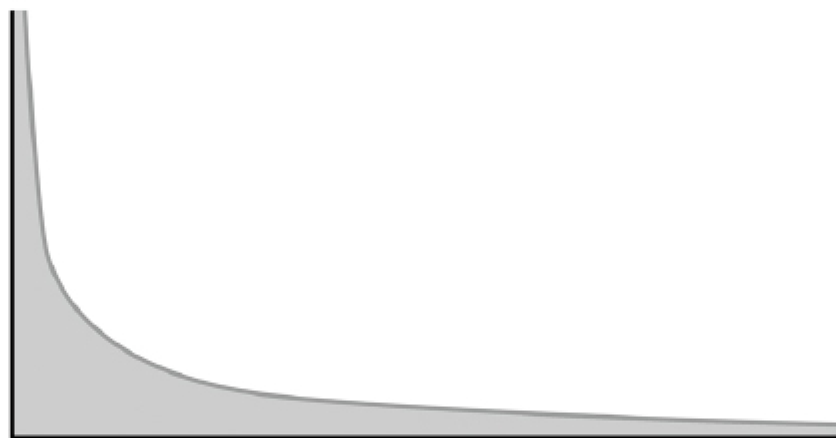


图3–3 赢家通吃/长尾分布

容易受到数字化影响的商品及服务市场不免会演变成这种赢家通吃的分布。比如书籍和音乐的销售、分类广告和电影租赁等，越来越被少数在线配送中心主宰，造成的一个明显结果是像记者、零售商店店员这种工作岗位的消失。

如果你能拥有长尾，那自然是好的。但是如果你只占据分布上的一个单独的点，情况就完全不同了。在长尾之外，大多数网上活动的收入迅速下降到十分微薄的水平。如果你有其他的收入来源，或者你还住在父母的地下室里，情况倒是可以迎刃而解。但问题是，随着数字技术继续改造各行业，越来越多的为人们提供主要收入来源的工作有可能都要消失了。

随着越来越多的人失去了帮助他们步入中产阶层的收入来源，他们很可能会转向数字经济中的长尾机会。我们可能会听到少数幸运人士的成功故事，但绝大多数人将难以维持接近中产阶级的生活方式。

正如技术梦想家杰伦·拉尼尔（Jaron Lanier）所说，很多人可能会被迫从事第三世界国家才有的非正规的工作。那些觉得自由的、非正规的工作很诱人的年轻人，在考虑维持家庭生计、抚养子女或规划退休生活这些事情后，便会发现它的缺点。当然，在美国以及其他发达国家，总有一些人生活得捉襟见肘，但他们在一定程度上搭上了大量中产阶级家庭所创造的财富的顺风车。中产阶级是否稳固是判断某个国家是发达还是贫困的主要因素之一，而现在对中产阶级的侵蚀正越来越明显，尤其是在美国。

大多数技术乐观主义者可能会反对这一描述。他们倾向于认为信息技术无所不能。这些人在新经济中也往往非常成功，这一点也许不是巧合。最杰出的技术乐观主义者通常在长尾的左端占据一席之地，情况再好一些，他们或许已成立了一家公司，占据了整个曲线分布。在2012年美国公共电视台（PBS）播出的一期特别节目中，发明家和未来学家雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）被问及“数字鸿沟”（即只有一小部分人口能在新信息经济中蓬勃发展）到来的可能性时，他表示不赞同“数字鸿沟”的说法，并以移动电话举例。他说，任何人拿着一台智能手机，“便仿佛是在二三十年前怀揣着数十亿美元”。但库兹韦尔没有解释普通人应该如何利用这先进的技术获得一份可观的收入。

手机确实被证实了可以提高人们的生活水平，但这主要发生在缺乏其他通信基础设施的发展中国家。目前为止，最有名的成功故事发生在印度西南海岸喀拉拉邦（Kerala）的沙丁鱼渔民身上。经济学家罗伯特·詹森（Robert Jensen）在其2007年的一份研究报告中，描述了渔民们如何利用手机来决定哪个村子是最佳的卖鱼市场。在无线技术出现之前，选特定的村子作为目标市场只能是乱猜，往往导致供需的不匹配。但有了新的手机之后，渔民们便能准确地知道买家在哪儿，从而使市场价格稳定，浪费大为减少，市场得以更好地运作。

喀拉拉邦的沙丁鱼渔民已经成了一群技术乐观主义的支持者，因为它涉及发展中国家，他们的故事也在许多书刊中被讲述。对第三世界的渔民来说，手机无疑是极具价值的，但很少有证据表明发达国家或者即使贫穷国家的普通公民能通过他们的智能手机获得一份不错的收入。即使是熟练的软件开发人员也会发现，要从移动应用程序中获得收入是何等困难。而主要的原因，不用说，是无处不在的长尾分布。访问几乎任何一个安卓或苹果开发人员的在线论坛，你都很可能看到人们在感叹移动生态系统赢家通吃的现状，或是在讨论实现应用程序货币化的难度。实际情况是，对失去中产阶级工作的大多数人来说，智能手机给他们带来的，除了在失业时玩“愤怒的小鸟”之外，就没什么了。

一个道德问题

如果我们再将前面讲述的一分钱加倍的想法来指代数字技术的指数级进步，那么很显然，当今技术账户的巨大结余源自几十年来无数个人和机构的努力。事实上，进步的曲线至少可以追溯到17世纪初查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）的机械差分机。

当今信息经济的创新所创造的巨大财富虽然卓著，但在重要性上，并不能与先驱者阿兰·图灵或约翰·冯·诺依曼所做的开创性工作真正匹敌。不同之处就在于，现在即使是很小的进步创造的财富都能相当于过去的大量积累。从某种意义上说，今天成功的创新者有点像1980年著名的波士顿马拉松比赛上在距离终点仅一英里的地方潜入比赛的选手。

所有的创新者都是站在前人的肩膀上，这一点在亨利·福特推出T型车时的确如此。然而，正如我们看到的，信息技术有着根本的不同。信息技术能使机器智能在各个机构间传播，这一独特的能力将取

代工人并到处制造赢家通吃的场景，对经济和社会都将产生深刻的影响。

某些时候，我们可能需要问一个基本的道德问题：广大民众应该向累积起的技术账户要求某种索赔吗？当然，公众确实从加速发展的数字技术中受益良多，包括成本降低，更为便利及信息与娱乐的免费获取等。但是，这让我们回到库兹韦尔提出的有关手机的问题：那些东西支付不了房租。

我们还要记住，信息技术行业进步所依赖的大部分基础研究是由美国的纳税人资助的。美国国防高级研究计划局（DARPA）创建并资助了最终演变成互联网的计算机网络。[注]摩尔定律的出现，部分来自美国国家科学基金会资助的、由大学牵头的研究。半导体行业协会（SIA），作为该行业的政治行动委员会，积极游说联邦政府增加研究经费。当今计算机技术的存在，在一定程度上是因为“二战”之后的数十年中，数以百万计的中产阶级纳税人支持了联邦资助的基础研究。我们可以想见，当时的纳税人愿意提供支持是期待着研究的成果能为他们的子孙们创造一个更加繁荣的未来。但是，我们上一章看到的趋势表明，我们正在走向一个与预想所不同的结果。

一小撮精英是否能拥有社会积累的技术资本，这是个基本的道德问题。除此之外，还有一个问题，就是收入不平等，它变得十分严峻且已影响到整体经济的健康发展。要想继续保持社会进步，取决于未来的创新是否有充满活力的市场，而这反过来又需要购买力的合理配备。

在后面的章节中，将详细讲述数字技术的不断加速发展对整体经济和社会的影响。但在此之前，让我们先来看看这些创新是如何日益威胁着拥有大学、研究生或专业学位的人士所从事的高技能工作的。

---

1. 例如，超音速协和式飞机，在绝对性能方面提供了一个新的S曲线，但它在经济方面并不是一种可持续的技术，甚至没能分得一小部分航空客运市场。协和式飞机的服务期限为1976~2003年。
2. 3D芯片的思路是将多个芯片进行空间垂直整合。三星电子从2013年8月开始制造3D闪存芯片。如果更为复杂的处理器芯片在经济上可以运用这项技术的话，比如由英特尔和超微半导体公司设计的处理器芯片，那它可能描绘了摩尔定律的未来。另一种可能性是用特殊的碳基材料替代硅。石墨烯和碳纳米管都是最近纳米技术研究的成果，这两者可能最终将成为高性能计算的一种新媒介。斯坦福大学研究人员已初步制造了一台碳纳米管计算机，虽然它的性能与商用硅基处理器相比还相差甚远。
3. 《IT不再重要》一书中文版已由中信出版社于2008年出版。——编者注
4. 国防高级研究计划局也为Siri的发展提供了最初的资金支持，并出资赞助了IBM新的“突触”认知计算芯片的开发。

第四章
岌岌可危的白领工作

2009年10月11日，洛杉矶天使队在美国职业棒球大联盟季后赛的较量中战胜了波士顿红袜队，将与纽约扬基队争夺联赛冠军，并获得进入世界系列冠军赛的机会。这场胜利让天使队格外激动，因为仅仅在6个月前，他们当中最有前途的球员和投手——尼克·亚登哈特（Nick Adenhart）被一名酒驾司机撞死。一位体育记者在文章开头这样描述了这场比赛：

> 天使队第九局一度落后2分，形势十分不妙，但弗拉迪米尔·格雷罗（Vladimir Guerrero）关键的一记安打使洛杉矶看到了希望，最终在星期天于芬威公园以7:6战胜波士顿红袜队。
>
> 格雷罗为天使队拿下2分，4次击球，打出3个安打。
>
> 格雷罗在接受采访时说："如果要纪念尼克·亚登哈特，还有阿纳海姆4月发生的一切，我可能会用（我的职业生涯中）这最漂亮的一击，因为我要将它献给我的前队友，那个去世的家伙。"
>
> 格雷罗在整个赛季的本垒表现都很出色，尤其是白天的比赛。在白天的比赛中，格雷罗的攻击指数达到0.794。他在白天的26场比赛中，打出了5个本垒打，拿下13分。

该文的作者可能不会马上就得到任何写作的奖项，但文章却仍是个了不起的成就：不是因为它可读性强、语法正确，或是对棒球比赛有着准确的描述，而是因为作者是一项计算机程序。

提到的这款软件叫作“StatsMonkey”，由西北大学智能信息实验室的学生和研究人员创建。StatsMonkey通过将一场特定比赛的客观数据进行加工，能自动编写出一篇体育报道文章。该系统不只是简单地罗列事实，它还融入体育记者同样会加入的各种关键要素。StatsMonkey通过统计分析，识别出比赛期间发生的显著事件，然后它会生成一篇自然的文章，总结出整场比赛的动态，同时还关注比赛的关键点和关键球员。

2010年，西北大学负责监管StatsMonkey计算机科学和新闻专业学生开发团队的研究人员筹集到了风险投资，并成立了一家新公司“自动写作技术公司”，欲将这项技术商业化。公司聘请了一批顶尖的计算机科学家和工程师，然后抛弃了原来的StatsMonkey计算机代码，建立了更强大、更全面的人工智能引擎，命名“鹅毛笔”（Quill）。

自动写作技术已被包括《福布斯》在内的顶级新闻媒体所使用，其自动生成文章涵盖各个领域，包括体育、商业和政治等。该公司的软件大约每30秒钟生成一篇新闻故事，其中很多发表在不想承认使用过该服务的知名网站上。在2011年的行业大会上，《连线》杂志作家史蒂芬·列维希望自动写作技术公司联合创始人克里斯蒂安·哈蒙德预测一下未来15年由程序写出的新闻文章的比例，他的答案是：90%以上。

自动写作技术公司将目光远远投向新闻行业之外。“鹅毛笔”被设计成一个通用的分析和叙述写作引擎，能够创作出一系列行业内外所需的高质量报告。“鹅毛笔”首先通过各种渠道搜集数据，包括交易数据库、财务和销售报告系统、网站，甚至是社交媒体等。然后开始分析，梳理出最重要、最有趣的事实和观点。最后，它将所有信息汇总成一篇连贯文章，声称能赶得上最好的人工分析师。“鹅毛笔”系统一旦配置成功，能几乎在瞬间生成业务报告并能不间断提供，完全不需要人工干预。公司最早的支持者之一是中央情报局的风险投资商In–Q–

Tel。公司的软件可能会被用来把美国情报机构搜集的原始数据流自动转换成容易理解的语言格式。

“鹅毛笔”技术向我们证明，曾经只有受过大学教育的熟练专业技术人员才能驾驭的领域在自动化面前是何等脆弱。当然，知识型工作通常需要各方面的能力。除此之外，分析师可能还需要知道如何从各个系统中获取信息，进行统计或财务建模，然后写成人们看得懂的报告和介绍。毕竟，写作既是科学，也是艺术，似乎是最不能用自动化完成的事情之一。但它还是实现了自动化，而且程序算法还在迅速提高。事实上，因为知识型工作仅仅使用软件就能实现自动化，所以在很多情况下，这些工作职位比需要体力操作的低技能工作更容易受到影响。

还有，写作也恰好是雇主们总是抱怨大学生能力不足的领域。最近对雇主所做的一项调查显示，约有一半新雇用的两年制大学毕业生和超过1/4的四年制学位毕业生写作能力较差，有的甚至阅读技能也很糟糕。如果智能软件真能如自动写作技术公司所说，比得上最有能力的人工分析师，那未来所有大学毕业生要实现知识型就业增长就更令人怀疑了，尤其对那些根本没有做好准备的人来说。

大数据和机器学习

“鹅毛笔”写作引擎是正在开发的众多新的应用软件中的一种，用以利用全球企业、机构和政府采集和储存的庞大数据。据估计，全球存储的数据总量现在要以上万艾字节测量（1艾字节=10亿千兆字节），而该数据还有自己摩尔定律似的加速增长，大约每三年加倍一次。几乎所有数据现在都以数字格式储存，因此可由计算机直接操作访问。仅Google的服务器每天就要处理大约24拍字节（1拍字节=100万千兆字节）的信息量，主要是数百万用户每天在搜索的信息。

所有这些数据都有多种不同的来源。单就互联网来说，来源就包括网站访问、搜索查询、电子邮件、社交媒体互动和广告点击等。企业来源包括交易、客户联系、内部沟通，还有财务、会计和销售系统的数据等。在现实世界中，传感器还会不断捕捉工厂、医院、汽车、飞机以及无数其他消费电子设备和工业设备的实时运行数据。

这些数据的绝大多数都是计算机科学家所称的“非结构化”数据。换言之，捕捉的数据以各种格式存在，往往难以匹配或比较。这与传统的关系型数据库系统有很大的不同，传统系统的信息行列一致，整齐排列在一起，使搜索与检索快速、可靠和精准。大数据的非结构化性质引领了专门用于理解各种渠道搜集的信息的新工具开发。这个领域的迅速发展，至少在有限意义上，只是计算机开始染指人类独有能力的一个例子。毕竟，能够连续处理我们环境资源中的大量信息是人类特别擅长的事情之一。当然，不同之处在于，在大数据领域计算机能够规模化处理信息，而这对一个人来说是不可能的。大数据正对包括商业、政治、医学和几乎每一个自然与社会科学领域都产生着革命性的影响。

大型零售商依靠大数据对单个消费者购买偏好的洞悉达到了前所未有的水平，让他们能做出精确定位，在增加收入的同时也有助于建立客户忠诚度。全球范围内的警察系统都在运用算法分析来预测犯罪最有可能发生的时间和地点，然后相应地部署力量。芝加哥的城市门户网站可以让用户看到大城市中沉浮生活的历史和实时数据，包括一定时期内能源的使用、犯罪、交通性能指标、学校和医疗保健，甚至坑洞的填补数量等。从社交媒体互动和各种门（包括转门）和自动扶梯的内置传感器采集数据，并将这些数据进行可视化处理的新工具，可以让城市规划和管理者们看到城市环境中人们如何移动、工作和交流的生动图景，这种发展可能使城市更加高效和宜居。

但是，数据应用的发展也有不好的一面。目标公司（Target, Inc.）为如何利用数量浩大且非常详细的客户资料提供了一个有争议的例子。该公司的一位数据科学家发现一组复杂的相互关系，即从女性购买的25种不同的健康和美容产品能对怀孕早期进行精准预测。该公司的分析甚至能高精度估算出女人的预产期。目标公司在这样的早期阶段就开始对女人们进行妊娠相关产品的推销，而在某些情况下，准妈妈们还没与她们的直系亲属分享怀孕的消息呢。

2012年年初《纽约时报》发表的一篇文章中，报道了一个案例，一名少女的父亲向卖场管理部门投诉送到他家的邮件，后来才知道，原因是目标公司比他知道的都多。一些批评人士担心，这个让人毛骨悚然的故事仅仅是个开始，而大数据将越来越多地被用于进行预测，可能将侵犯隐私，甚至自由。

我们从大数据中获得的东西通常全部来自一种相互关系，它并不能告诉我们现象的原因。计算机算法可能会发现，如果A为真，B很可能也为真。但它不能说A导致了B或B导致了A，再或者也许A和B是由某些外部因素导致的。在很多情况下，尤其是在商业领域，成功的最终衡量标准是赢利能力和效率，而不是深入的理解，单靠相关关系就能创造非凡的价值。大数据可以让管理层前所未有地掌握各个领域的情况：从一台机器的操作，到一个跨国公司的整体运作，这些都能进行分析，且详细程度在过去是不可能实现的。

无论对现在还是将来而言，日益增长的数据大山正越来越被人们视为具有开采价值的资源。正如石油和天然气等采掘行业从技术进步中不断获益，我们可以相信，计算能力的加速发展和软件分析技术的不断改进将使公司发掘出新的策略，带来利润的直接增加。事实上，大概是投资者对此的预期使得像Facebook这样的数据密集型公司产生了巨大的市场估值。

机器学习是计算机对数据进行摸索，然后将它发现的统计关系写成自己程序的一种技术，它是获得数据价值最有效的手段之一。机器学习一般包括两个步骤：首先对已知数据进行算法训练，然后用新信息来解决相似的问题。机器学习的一个普遍应用是垃圾邮件过滤器。算法训练方式可能是通过对上百万封邮件进行预归类，分为垃圾邮件和非垃圾邮件，软件可以完成这样的工作。结果，能自动识别绝大部分垃圾邮件的应用程序经不断改进和调适，还可以在今后有更广泛的用途。基于相同原则的机器学习算法还能推荐亚马逊上的书，网飞上的电影以及默契网（Match.com）上可能的那个人。

Google的在线语言翻译工具最能证明机器学习能力，当它问世时也最为激动人心。它是通过分析和比较几百万页已被翻译成多国语言的文本，并采用一种可能叫作“罗塞塔石碑”（Rosetta Stone）的方法来工作的。Google的开发团队一开始专注于联合国编写的正式文件，然后将视线延伸至互联网，公司的搜索引擎能够在那里找到大量满足其自主学习算法的素材。用于训练系统的文件数量之多让以往的训练都相形见绌。领头人计算机科学家弗朗茨·奥赫（Franz Och）指出，团队已经建立了“非常非常大的语言模型，远远大于人类历史上任何人所建”。

2005年，Google系统参加了年度机器翻译竞赛，该竞赛由美国国家标准与技术局举办，它是美国商务部公布计量标准的一个机构。Google的机器学习算法轻松地超越了竞争对手，它通常雇用语言专家，尝试使翻译系统走出语言矛盾和不一致的语法规则的泥潭。这里学到的主要一点是，当数据组足够庞大的时候，数据中所包含的知识甚至能胜过最好的程序员。Google的系统与熟练的翻译人员相比还不具竞争力，但它提供了超过500对语言之间的双向转换。它代表了通信能力真正颠覆性的进步：人类历史上第一次，几乎任何人都可以立即免费得到几乎任何语言任何文件的简单翻译。

虽然机器学习的方法有很多种，但其中最强大也最吸引人的方法之一是使用人工神经网络的技术，或是与人的大脑基本操作原理相同的系统。大脑中含有多达1 000亿个神经元细胞，还有细胞之间数万亿的神经连接，但用配置更基本的模拟神经元也是可以构建强大学习系统的。

单个神经元的活动有点像小孩喜欢的塑料弹出式玩具。当孩子按下按钮，一个彩色的人物就会弹出，可能是卡通人物或动物。轻轻地触碰按钮则什么也不会发生；稍使劲一些也是一无所获。但是只要超过一定的力度按下，人物就会弹出来。神经元的工作原理与此基本相同，所不同的是，按压按钮的行为可以由多种输入结合在一起来完成。

为了让神经网络形象化，可以想象一台鲁布·戈德堡（Rube Goldberg）式的机器，里面有很多这种弹出式玩具被成行地放在平台上。三个机械手伸向每个玩具的激活按钮进行按压。接下来不是一个人物弹出来，而是玩具被设置成当一个玩具被激活时，它会使下一行玩具的几个机械手指按下自己的按钮。神经网络学习能力的关键是每个手指按压各自按钮时的力度可以进行调整。

要训练神经网络，你需要将已知数据输入第一行神经元中。比如，想象输入手写信件的视觉图像。输入的数据会让机械手指根据它们自己的调节以不同的力度按下按钮。有些激活的神经元又继而按下下一行神经元的按钮。最后的输出或结果就从最后一行的神经元那里收集。在这个例子中，输出将是一个二进制码，能识别与字母表字母对应的输入图像。最初的答案是错的，但我们的机器还有一个比较和反馈机制。输出会与已知的正确答案相比较，然后每一行的机械手指会进行自动调整，反过来又改变了激活的神经元的序列。在网络接受了上万次已知图像的训练，然后机械手指按压力度不断进行校准之

后，网络在给出正确答案方面将越来越得心应手。当答案无法再改进时，网络就已经得到了有效的训练。

这实际上是神经网络识图、发声、翻译或执行各种其他任务的方式。其结果就是一个程序，基本上列出了机械手指对神经元激活按钮所做的所有调整，该程序可以用来配置新的神经网络，且都能从新数据中自动生成答案。

人工神经网络的想法最初是在20世纪40年代末的时候设想和试验的，而且长期以来一直被用来承担识别任务。然而，在过去的几年里，技术的重大突破带来了性能的显著进步，尤其在人们采用了多层神经元这项被称为“深度学习”的技术以后。深度学习系统已经支持了苹果Siri的语音识别，正准备在依赖模式分析与识别的更广泛领域加速进步。比如，2011年，瑞士卢加诺大学的科学家设计了一个深度学习神经网络，能够准确识别出某个交通标志大型数据库中99%以上的图像，准确程度超过了与之较量的专家。Facebook的研究人员也同样开发了一个包含9层人工神经元的实验系统，它能在照明条件和面部方向各异的情况下，判断出两张照片是否是同一个人，准确度达97.25%。与此相比，人类观察员的准确度要稍高一些，为97.53%。

多伦多大学的杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton）是该领域的主要研究者之一，他指出深度学习技术“得到了很好的扩展。基本上你只需使它保持更快、更强大，它就会变得更好”。换句话说，即使未来设计上不做改进，摩尔定律也肯定能使深度学习网络支持下的机器学习系统拥有持续显著的进步。

大数据及伴随它的智能算法正对工作场所和老板们产生直接的影响，尤其是大公司，越来越多地对雇员的工作和他们的社会交往进行大量的评估和统计。公司比以往更依靠所谓的“人员分析”来雇用、解雇、评估和晋升员工，搜集到的个人及其所从事工作的数据量是惊人的。有些公司捕捉了每个员工键盘敲击的每个字。在无论员工知情与

否的情况下，还可能搜集到他们的电子邮件、通话记录、网络搜索、数据库查询、文件存取、设备进出，以及无数其他类型的数据信息。虽然所有的这些数据搜集和分析最初一般是为了实现更有效的管理和员工绩效考核，但它最终可能被用作其他用途，其中包括开发软件将大多正在执行的工作自动化。

大数据革命可能会对知识型职业产生两个特别重要的影响。首先，在很多情况下，捕捉的数据会直接带来特定任务和工作的自动化。正如一个人可能会学习历史记录，然后通过具体任务的练习来了解新的工作，智能算法通过相同的方法基本也能做得到。例如，2013年11月，Google为其能自动生成个性化电子邮件和社交媒体回复的系统申请了专利。该系统的工作原理是首先分析一个人过去的电子邮件和社交媒体互动。在这个分析的基础上，系统会对未来的邮件、推特或博客自动编写回复，并且会带有这个人一贯的写作风格和语气。很容易想象，该系统最终会用于实现大量日常交流的自动化。

Google的自动汽车于2011年首次展示，它同样为自动化未来发展路径提供了重要的思路。Google的汽车并没有复制人类驾驶的方式，事实上，这会超出人工智能现有的能力。它设计了一个强大的数据处理系统，再放到轮子上来使自动驾驶成为可能。Google的汽车依靠全球定位系统（GPS）的精确定位和十分详细的地图数据进行导航。当然，车上也有雷达、激光测距仪，以及其他连续提供实时信息的系统。这样，汽车能够适应新的环境，比如遇到一个行人走下路缘的情形。驾驶可能不是一个白领职业，但Google所用的一般策略可以扩展到其他很多领域。首先，运用大量历史数据创造一个大致的“地图”，作为完成日常任务的路径。接着，装入能适应各种变化或不可预见情况的自学系统。得到的结果可能是一款智能软件，能够执行很多知识型工作任务，而且十分可靠。

对知识型工作的第二点影响，可能也是更显著的影响是，大数据会改变公司及其管理方式。大数据和预测算法有潜力改变所有组织和行业的知识型工作的性质与数量。基于数据总结的预测将越来越多地替代人的经验和判断力。随着高层管理者更多地依靠自动工具产生的数据来做决策，因而对人员分析与管理部门的需求将不断萎缩。虽然今天有一批知识工作者为多个领导层搜集信息、做出分析，但可能最终只剩下一个经理和一个强大的算法程序就能完成了。各个机构组织可能都会压缩精简。中层管理将蒸发，而现在文职人员和技术分析师等很多岗位将会直接消失。

WorkFusion是一家总部设在纽约的新创公司，它为白领工作自动化对企业产生的巨大影响给出了一个特别生动的例子。公司为大型企业提供一个智能软件平台，该平台通过将众包模式与自动化结合，几乎能完全管理和执行曾经高度劳动密集的项目。

该WorkFusion软件最初先分析项目，确定哪些任务可以直接自动化，哪些可以众包，还有哪些必须由内部的专业人员完成。然后，它可以在如ELance或Craigslist这样的网站上自动发布招聘公告，并负责对符合条件的自由职业者进行招聘和选拔。一旦员工准备就绪，软件就会分配任务和评估绩效，有时会采用让员工回答问题的方式测试他们的能力。软件会跟踪如打字速度这类的生产率，并自动匹配与个人能力相当的任务。如果某个人无法完成给定的任务，系统会自动将任务提交到有所需技能的人手中。

虽然软件几乎能全程自动管理项目，大大减小了对内部员工的需要，但这个方式也为自由职业者创造了新的机遇。不过，整个过程还尚未结束。在员工完成给定任务后，WorkFusion的机器学习算法会继续寻找机会使这一过程进一步自动化。换句话说，当自由职业者在系统指导下工作时，他们还同时产生着训练数据，而这些数据将逐渐实现全自动化，最终代替他们。

公司最初接到的一个项目是要检索有用信息来更新大约4万条记录。以前，该客户企业要依靠内部员工来完成这项工作，平均每条记录更新的成本约4美元，而且只能每年更新一次。在有了WorkFusion平台之后，客户能每月都更新记录，而且每条记录的成本只有20美分。WorkFusion发现，随着该系统的机器学习算法的自动化逐步加深，运行第一年后成本通常下降约50%，而且运行的第二年会继续下降25%。

认知计算与IBM沃森

2004年的秋天，IBM高管查尔斯·里克尔（Charles Lickel）在纽约波基普西附近的一家牛排馆与一小队研究人员共进晚餐。7点整时，他们被吓了一跳，因为人们忽然从各自的桌边站起来，挤向酒吧区的一台电视。原来是肯·詹宁斯（Ken Jennings）在电视游戏节目《危险边缘》中已经连赢50多场比赛，而他试图再一次突破他历史性的连胜纪录。里克尔注意到，餐厅的食客都很投入地看电视，而忘记了晚餐，直到比赛结束才回来接着吃牛排。

根据许多人的回忆，这件事标志着一个想法的出现，那就是打造一个在《危险边缘》上能玩游戏、能打败最强人类冠军的计算机。[注] IBM对高曝光率的项目——“大挑战”的投资已经有很长时间了，其目的是为了展示公司技术能力，同时进行多少钱都做不到的市场宣传。在7年多以前的那场“大挑战”中，IBM的深蓝计算机在经过6场比赛后战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，这是第一次机器在国际象棋比赛中取得最终胜利，而IBM品牌也永远铸进了这一历史性的时刻。IBM的高管们想要再来一场“大挑战”，希望以此吸引人们的眼球，使公司技术引领者的地位更加清晰。特别是，他们让人们认识到，信息

技术创新的指挥棒并没有从蓝色巨人手中传递给Google或硅谷的创业公司。

基于《危险边缘》的大挑战，将使最强的人类竞争对手和IBM计算机之间的较量达到高潮，这一想法得到了公司高层的青睐，但最初却遭到负责建立该系统的计算机科学家们的强烈反对。一台《危险边缘》计算机需要的能力远远超出之前拥有的那些。许多研究人员担心，公司会在全美转播的电视节目上遭受失败的风险，或更糟的是以难堪收场。

的确很难相信，深蓝计算机在象棋比赛中的胜利在《危险边缘》中还会重演。象棋这种游戏有着明确的规则，并且在严格有限的区域内操作，它几乎是完美地契合了计算方法。在很大程度上，IBM在这一问题上的成功仅仅是抛出了强大的定制的硬件。深蓝计算机是一台冰箱大小的系统，里面塞满专门为下棋设计的处理器。“暴力”算法会考虑游戏的当前状态，考虑每一步可能的移动，充分利用所有的计算能力，对每一个可能性进行判断。软件会往前看很多步，衡量双方可能采取的行动，然后在无数的排列组合中重复，总之经过一个十分费力的过程，最终总能走出最佳的一步棋。从根本上说，深蓝计算机是纯数学计算的一种练习，计算机玩游戏所需的所有信息都是以其能直接处理的简单机器格式提供的。机器无须与人类棋手这样的外部环境因素打交道。

《危险边缘》则是另外一番完全不一样的情形了。不像国际象棋，它在本质上是开放式的。凡是受教育的人所能学到的任何学科，比如科学、历史、电影、文学、地理、流行文化，都可以拿来比赛。计算机也将面临一系列的严峻技术挑战。首当其冲的是必须能理解自然语言：计算机必须与人类竞争者一样接受信息和给出答复。该节目不只是一个公平的竞赛，它还要娱乐数百万的电视观众，因此要在《危险边缘》中获胜尤其难。该节目的制作方往往故意将幽默、讽

刺，以及微妙的文字游戏放到题目线索中，换句话说，他们好像故意设计一些信息来引导计算机做出可笑的回答。

正如IBM一份描述沃森技术的文档所言：“我们的鼻子可以跑而脚可以闻味道。为什么一个苗条的机会和一个肥胖的机会意思是一样的，而一个聪明的人和一个聪明的家伙意思却相反呢？一个房子在被烧下去的同时如何又被烧上去呢？为什么我们用填出来的方法填进去一个表格呢？”《危险边缘》计算机必须能成功驾驭这种日常语言的模糊性，同时其整体理解水平要远远超出专门设计钻研大量文本、检索相关答案的一般的计算机算法。举个例子，有一个考虑线索是“击落你就失误了”。这是2000年7月的一期节目上给出的线索，出现在游戏板的最上面一行，意味着它很容易。尝试用Google搜索这句话，你会得到一页又一页关于去除不锈钢厨房水槽划痕的网站链接（假设你没有搜索《危险边缘》的这一场比赛）。正确答案是：“什么是母球？”这完全难倒了Google的关键词搜索。(注)

人工智能专家戴维·费鲁奇（David Ferrucci）最终在沃森团队中承担起领导角色，对所面临的严峻挑战他心里一清二楚。费鲁奇此前管理过IBM的一个研究小组，致力于建立一个能回答自然语言问题的系统，取名为“Piquant”。他们参与了由美国国家标准与技术局举办的一场竞赛，组织方就是Google获胜的那场机器语言比赛的赞助者。比赛中，参赛的系统必须在特定的约100万份文件中搜寻找出问题的答案，并且不受任何时间的限制。有些情况下，算法程序要花掉好几分钟的时间才能找出一个答案。这种挑战比《危险边缘》要简单得多，《危险边缘》给出的线索来自看似无限的知识体系，而且机器需要在几秒钟之内立即做出正确的回答来抓住一切机会对抗顶尖的人类选手。

Piquant（及其竞争对手）不仅慢，而且还不准确。该系统回答问题的成功率只有约35%，不比直接到Google的搜索引擎里键入问题得到的回答正确率高多少。当费鲁奇的研究小组试图在Piquant项目的基

础上建立一个《危险边缘》游戏的原型系统时，得到的结果却总是令人沮丧。指望Piquant有一天能挑战《危险边缘》中肯·詹宁斯这样的顶级竞争对手，这个想法看起来简直可笑。费鲁奇认识到他将不得不从头开始，并且该项目将成为一个跨越长达5年时间的重点项目。2007年，他得到了IBM管理层的许可，开始着手建立“世界上从未见过的最复杂的智能架构”。为了做到这点，他整合了整个公司的资源，组建了一支包括IBM内部以及来自麻省理工学院和卡内基–梅隆大学等一流大学的人工智能专家团队。

费鲁奇的团队最终约有20名研究人员，他们首先搜集了大量的参考信息，作为沃森的反应基础。这些信息相当于2亿页的资料，包括字典和参考书、文学作品、报纸档案、网页以及维基百科的几乎全部内容。接下来，他们搜集了《危险边缘》智力问答节目的历史数据。之前电视比赛中的超过18万条线索成了沃森机器学习算法的素材，而最强的人类竞争对手的特性指标被用来改进计算机的应对策略。沃森的发展需要上万种独立的算法，每一种算法解决一个特定的任务，比如在文本中搜索，比较日期、时间和地点，分析线索中的语法，将原始信息转化为格式正确的备选答案等。

沃森首先将线索分解，分析词句，然后尝试理解找到它该寻找的东西。这个看似简单的步骤，对计算机本身而言是一个巨大的挑战。举个例子，一条线索是：“蔡斯部长刚刚第三次把这个交给我。你猜怎么着，伙计？这次我要接受它。”它出现在“林肯的博客”这一类别中，被用来训练沃森。为了尽可能回答正确，机器首先需要明白，一看到“这个”一词，它就应该准备寻找答案。

一旦对线索有了一个基本的了解，沃森就会同时启动上百种算法，每种都使用不同的方法，试着从计算机内存的海量参考信息原始数据中提取一个可能的答案。在上面的例子中，沃森会从类别中知

道“林肯”是关键词，但“博客”可能会是一个误导：不像人类，机器不会明白，该节目的制作方是想象着亚伯拉罕·林肯是一个博客使用者。

当搜索算法网罗到数百个可能的答案时，沃森便开始进行排名和比较。机器使用的一种方法是把可能的答案放到原来的线索中，使之形成一个句子，然后再回到参考材料，寻找确凿的文本。所以，如果一种搜索算法设法找到了正确的回答“辞呈”，那沃森可能会搜索其数据级找到类似“蔡斯部长刚刚第三次把这个交给我”的表述。沃森会发现很多地方十分匹配，这时计算机对那个特定答案的信心就会上升。在对候选答案进行排名时，沃森也会参考大量的历史数据。它确切地知道各类问题哪种算法做得最好，它还会特别留意那些最好的算法。沃森能排列正确措辞的自然语言答案，然后考虑是否有足够的信心按下比赛的抢答器，这种能力是这种系统的特征之一，也是该系统能拥有人工智能前沿地位的一项特性。IBM的机器“知其所知”，这对人类来说很简单，但却几乎将大多数计算机甩在身后。

2011年2月，沃森最终在两场比赛中战胜了《危险边缘》的冠军肯·詹宁斯和布拉德·鲁特（Brad Rutter），让IBM如愿地名声大振。就在媒体对这项卓越成就的狂热开始褪减之前，一个更重要的故事开始上演：IBM要在现实世界中推行沃森的功能。其中最有前途的领域之一是医药领域。在转变为诊断工具后，沃森能从课本、科学刊物、临床研究，甚至是医生和护士对个体患者的记录等大量医疗信息中提取出精确的答案。尤其当信息来自各医学专业之间的交界领域时，没有任何一个医生能够像沃森一样钻研庞杂的数据，也不可能发现信息之间并不明显的关系。[注]到2013年，沃森一直在帮助大型医疗机构诊断问题并完善患者治疗方案，这些机构包括克利夫兰门诊医院和得州大学安德森癌症中心等。

在努力将沃森改变成一种实用工具的过程中，IBM的研究人员需要面对大数据革命的主要原则之一，即建立在相关性基础上的预测已

经足够，再去深度理解其中的因果关系通常无法实现也没有必要。命名为“WatsonPaths”的新功能不只是简单地提供一个答案，而是让研究者看到沃森参考的具体来源、其评估过程中的逻辑，还有推出答案所参考的信息。换句话说，沃森正逐渐让人们更多地“知其所以然”。WatsonPaths也正在被用来作为训练医学院学生诊断技术的一种工具。在人类团队成功组建和培训沃森不到三年的时间内，局面在某种程度上已经发生了扭转，人类正在学习计算机系统对复杂问题的推理解决方式。

沃森系统的其他显著应用是在客户服务和技术支持等领域。2013年，IBM宣布将与一家大型在线购物服务和咨询提供商Fluid公司合作。该项目旨在让购物网站能像零售商店样样皆通的售货员那样，提供使用自然语言的个性化协助服务。如果你打算露营，需要一顶帐篷，你可以这样说：“10月我要带全家去纽约州北部露营，需要一顶帐篷。我该考虑哪个呢？”然后你就会得到一些具体的帐篷建议，并附带其他你可能没考虑到的商品。正如我在第一章中所说，智能手机可以让购物者得到对话似的自然语言协助，要实现这种能力只是时间的问题。

MD Buyline是一家专门向医院提供最新医疗技术信息和研究的供应商，该公司也计划在医院需要购买新设备时让沃森来回答更为技术性的问题。系统会援引产品的规格、价格和临床研究等，向医生和采购经理提出具体和即时的建议。在金融领域内，沃森也将发挥一定的作用。它可能会通过研究特定客户、整体市场和经济状况等大量信息来提供个性化的理财建议。沃森在客户服务呼叫中心的应用也许是短期内最具颠覆性的力量，而在《危险边缘》沃森获胜的一年内，IBM已经在与花旗集团合作，为其大规模的零售银行业务研发应用系统，这很可能不是巧合。

IBM的新技术仍处于起步阶段。沃森计算机以及竞赛系统最终一定会出现，无论对企业内部还是与客户打交道而言，它们都有潜力彻底改变问题的提问和回答方式以及信息分析方法。但是，有一个事实无法逃避，这些系统所执行的大量分析本是由人来完成的。

在云端建造模块

2013年11月，IBM宣布沃森系统将从专门用于《危险边缘》比赛用途的电脑转移到云端。也就是说，沃森将存在于与互联网连接的海量服务器中。研发人员能够直接连接系统，将IBM这种革命性的认知计算技术应用到定制软件应用程序和移动应用程序的开发中。最新版本的沃森系统比《危险边缘》游戏的处理器要快两倍多。IBM已经预见到一个智能自然语言应用的完整体系将迅速崛起，因此把它们都打上了“由沃森提供技术支持”的标签。

这种前沿的人工智能技术被转移到云端，几乎肯定会强力推动白领工作的自动化。云计算已经成为亚马逊、Google和微软等信息技术公司主要的竞争焦点。以Google为例，它向研发人员提供了基于云的机器学习应用程序以及大型的计算引擎，让研发者能在超大规模的服务器网上运行程序，以解决大型计算密集型的问题。亚马逊是提供云计算服务的行业领导者。循环计算（Cycle Computing）是一家专门从事大规模计算的小公司，它能在短短18小时内解决一个单台计算机需要260多年时间才能解决的复杂问题，依靠的就是支持亚马逊云服务的几万台计算机。该公司估计，在云计算出现以前，要花费掉高达6 800万美元才能打造一台能解决问题的超级计算机。而在亚马逊云中，可能每小时花90美元就能租用其1万台服务器。

正如机器人领域里，设计机器使用的硬件和软件组件变得更便宜且更强大，使得该领域有望实现爆炸性增长，类似的现象也将在知识

工作自动化技术领域发生。在像沃森这样的系统，把深度学习神经网络或写作引擎这些技术放到云中后，它们实际上成了可以以无数方式利用的构造模块。正如程序设计迷们很快发现了微软的体感游戏机可以给机器人带来3D机器视觉一样，研发人员也同样发现了基于云的软件构造模块那无法预料甚至革命性的应用价值。每个构造模块其实是一个“黑盒子”，意味着程序员在不了解其工作原理的情况下也可以使用其组件。最终的结果肯定是，由专家团队打造出的突破性人工智能技术将迅速变得无处不在，甚至面向业余程序员。

虽然计算机领域的创新带来了很多可以与特定工作相关联的有形机器的发明（比如汉堡制作机器人或精密装配机器人），但软件自动化的进步可能是公众所看不见的，它会在企业深层发挥作用，而且将对企业及其雇员产生更全面的影响。白领工作自动化的过程很可能就是信息技术顾问造访大型企业，并建立能彻底改变企业运作方式的完全定制系统，且省去数百甚至数千技术工人的过程。事实上，IBM创建沃森技术的其中一个明确目的是提供咨询。现在，这连同软件销售一起，创造了公司的绝大部分收入，绝对具有竞争优势。与此同时，创业者已经在设法利用相同的基于云的构造模块来面向中小型企业开发它们支付得起的自动化产品。

云计算已经对信息技术岗位产生了显著影响。20世纪90年代的科技热潮期间，各种规模的企业和组织都需要信息技术专业人员来管理和安装个人电脑、网络与软件，催生了一大批高新就业机会。而到21世纪的第一个10年，随着公司越来越多地把很多信息技术工作外包给集中式的大型计算枢纽，这一趋势也开始扭转。

云计算服务的大量设施受益于巨大的规模经济，而曾经让大批信息技术员工一直忙个不停的行政职能现在也实现了高度自动化。比如，Facebook采用了一种叫作“赛博格”（Cyborg）的智能软件应用程序，可以持续监控几万台服务器，检测问题，并且在很多情况下，对

问题进行自动修复。2013年11月，Facebook的一位高管指出，赛博格系统日常要解决上万个问题，这些问题如果没有该系统就必须手动解决，而现在这项技术能允许一位技术人员管理两万台计算机。

云计算数据中心往往建立在相对偏远的农村地区，那里的土地，特别是电力充足且价格便宜。州政府和地方政府激烈地竞争着这些设备，因此给了像Google，Facebook和苹果公司慷慨的税收减免及其他财政激励。政府的主要目标当然是为当地创造大量的就业机会，但是这些愿望很少得以实现。2011年，《华盛顿邮报》的迈克尔·罗森沃尔德报道称，苹果公司在北卡罗来纳州的梅登镇耗资10亿美元建立了一个巨大的数据中心，但却仅创造了50个全职岗位。当地居民备感失望，他们无法理解“占地几百英亩的昂贵设备会创造这么少的工作岗位”。当然，原因就是像赛博格这样的算法程序正在承担着繁重的工作任务。

对就业的影响超出了数据中心本身，延伸到了利用云计算服务的公司。2012年，旧金山Good Data公司使用亚马逊的云服务对其6 000家客户进行数据分析，其执行总裁罗曼·斯坦尼克（Roman Stanek）指出，“以前，每一个（客户）公司的工作量至少需要5个人来完成，这就需要3万人。而我用180人就能做到。我不知道其他人还能做什么，但这份工作他们肯定做不了了。这是一个赢家通吃的整合”。

上万熟练信息技术工作岗位的蒸发可能是对知识型就业更广泛影响的前兆。正如网景的联合创始人和风险资本家马克·安德森（Marc Andreessen）所说的一句名言，“软件正在占领全世界”。很多时候，软件将在云端运行。在此优势下，它最终会入侵到几乎所有的工作场所，并吞噬掉几乎任何坐在电脑前处理信息的白领工作。

前沿算法

如果关于计算机技术有什么谣言应该被扫进垃圾桶的话，那就是人们普遍认为计算机只能做自己被特定编程的事情。正如我们所看到的，机器学习算法通常会搜索数据，揭示统计关系，然后在它们的发现基础上编写自己的程序。但是，在某些情况下，计算机能更进一步，侵入到几乎每一个专属于人类思维的范畴：机器正开始表现出好奇心和创造力。

2009年，康奈尔大学创意机器人实验室主任胡迪·利普森（Hod Lipson）和博士研究生迈克尔·施密特（Michael Schmidt）建立了一个系统，被证明能独立发现基本的自然规律。利普森和施密特开始先竖立了一个双摆，两个摆锤相连并来回晃动。当两个摆锤都在摆动时，其运动是极其复杂且看上去很混乱的。接着，他们利用传感器和照相机捕捉摆锤运动产生的数据流。最后，他们赋予软件控制摆锤起始位置的能力。换言之，他们创造了一个能自行进行实验的人造科学家。

他们的软件能自由反复释放摆锤，然后筛选所产生的运动数据，最后揣摩描述摆锤行为的数学公式。该算法能完全控制实验，在每次重复释放时，它都要决定如何放置摆锤，而且这样做不是随机的，而是做出分析，然后选择最有利于揭示摆锤运动背后规律的特定起始点。利普森指出，该系统“不是只看不采取行动的被动算法，它会问问题，这就是好奇心”。该软件后来被命名为“Eureqa”，只用几个小时就能想出一些描述摆锤运动的物理定律，包括牛顿第二定律，而且该软件是在没有任何物理或运动定律相关的先验信息或编程的前提下做到这些的。

Eureqa使用的是基因编程，技术灵感来自生物进化过程。该算法开始先将各种数学构造模块随机结合放入公式，然后检验公式与数据的吻合程度。注未通过测试的公式会被抛弃，而通过的则被保留且以新的方式重组，最终使系统得到一个精确的数学模型。寻找描述自然体系行为的公式的过程绝不是一件容易的事。正如利普森所说，“以

前，要建一个预测模型可能需要耗掉一个科学家整个的职业生涯”。施密特补充说道，“像牛顿和开普勒这样的物理学家用计算机运行此算法可以只用几个小时的时间，就能找出解释苹果落地和行星运动的规律”。

在施密特和利普森发表了一篇描述其算法的论文之后，其他科学家簇拥着请求软件的访问权，因此在2009年年底，他们决定将Eureqa放到网上。该软件从此在一系列的科学领域里创造了很多有用的成果，包括简化了科学家仍在努力理解的细菌生化公式。2011年，施密特在波士顿地区成立了Nutonian公司，这家初创公司专注于将Eureqa作为企业和学术界的一个大数据分析工具进行商业化推广。成果之一便是，Eureqa像IBM的沃森一样，被放到了云端，现在可以作为其他软件开发者的应用程序构造模块。

我们大多数人会很自然地把创造观念只与人的大脑相联系，但我们要记住，大脑这个迄今为止最先进的“发明”，其本身就是进化的产物。因此，新机器的建造往往要结合遗传编程技术，这种尝试也就不奇怪了。遗传编程主要是让计算机算法通过达尔文的自然选择过程对自我进行设计。计算机代码最初随机生成，然后使用模拟性繁殖技术将其反复打乱。每隔一段时间，一个随机突变就会被扔到其中，从而向全新的方向推动整个进程。随着新算法的不断进化，它们要接受适应测试，结果要么是存活，要么更多的是死亡。计算机科学家、斯坦福大学咨询教授约翰·科扎（John Koza）是该领域的主要研究人员之一，他利用遗传算法作为“自动发明机器”，做了大量的、广泛的工作。[注]科扎已经掌握了至少76个例子，证明基因算法创造的设计能与各个领域的人类工程师和科学家作品相匹敌，包括电路设计、机械系统、光学、软件修复以及土木工程等领域。在大多数例子中，算法复制了已有的设计，但至少在两个实例中遗传算法创造了具有专利性的新发明。科扎认为，遗传算法可能相比人类设计师有一项重要优势，

那就是它们不受先前概念的约束。换句话说，它们更可能以创造性的方式来解决问题。

利普森说Eureqa展示出了好奇心，科扎说计算机不受先前概念的约束，这些都表明创造力可能属于计算机的能力范围之内。要对这个想法进行一次彻底检验，就要看计算机能否创造出被人类视为艺术品的东西。在我们看来，真正的艺术创造力是仅能与人类心智相联系的东西，它也许比任何其他智力劳动都明显。正如《时代》杂志的列弗·格罗斯曼所说，“艺术创作是我们留给人类自己的活动之一，也是只有人类才能进行的活动。它是一种自我表达的行为，缺少自我意识便意味着无法进行艺术创作”。计算机可以成为一个真正的艺术家，要接受这种可能性，需要我们彻底地重新对机器性质做出假设。

在2004年的电影《我，机器人》（*I, Robot*）中，由威尔·史密斯扮演的主角，问一个机器人，“机器人能写交响乐吗？机器人能把画布变成一幅美丽的杰作吗？”而机器人的答复“你能吗”表明，绝大多数人也做不到这些。然而，在2015年的现实世界中，史密斯的问题将会得到一个更有力的回答：“能。”

2012年7月，伦敦交响乐团演奏了一曲《通向深渊》（*Transits—Into an Abyss*）。一位评论家称其“充满艺术感且令人愉悦”。这件事标志着顶尖乐团第一次演奏了完全由机器创作的作品。该曲由名为“伊阿摩斯”（Iamus）的一个运行音乐人工智能算法的计算机集群创作。伊阿摩斯是希腊神话中的人物，据说能听懂鸟类的语言，该计算机集群由西班牙马拉加大学的研究人员设计。该系统从最小信息着手，如演奏音乐的乐器类型等，然后在没有进一步人为干预的情况下，它能创作出一首极为复杂的曲子，经常能在几分钟内引起观众的情感共鸣。伊阿摩斯已经创作了几百万首现代古典风格的独特作品，并有可能在未来进行调整，尝试其他的音乐流派。像Eureqa一样，伊阿摩斯也有一家初创公司来使这项技术商业化。现在已成立了Melomics媒体有限

公司，通过一个类似苹果音乐商店的在线商店销售音乐作品。所不同的是，伊阿摩斯创作的作品是免版税的，允许购买者以任何想要的方式使用音乐作品。

音乐不是计算机创建的唯一艺术形式。伦敦大学创意计算教授西蒙·科尔顿（Simon Colton）创建了一个人工智能程序，称为“绘画傻瓜”（The Painting Fool），他希望有一天人们能把它当作一个画家（见图4–1）。“这个项目的目标不是创造一种软件把照片看起来像绘制的那样，这一点Photoshop已经做了很多年了。”科尔顿说，“我们的目标是使软件凭自身能力被认为有创意。”



图4–1 软件创作的原创艺术作品

科尔顿已经把一套他所谓的“富有欣赏力和想象力的行为”功能放到了系统中。绘画傻瓜软件可以识别照片中人的情感，然后画出一幅抽象的肖像来完整表达出他们的情绪状态。它也可以用遗传编程技术创作出想象的物体。科尔顿的软件甚至还能进行自我检讨。软件能做到这一点，是通过另外一种叫“戴斯”（Darci）的应用软件实现的，该应用软件由杨百翰大学的研究人员创建。戴斯的研发人员先由一个被

人类标注为“黑暗”、“悲伤”或“鼓舞人心”的绘画数据库开始。然后，他们训练神经网络进行关联，然后让其自由地给新的绘画作品标注分类。绘画傻瓜能够根据戴斯的反馈来判断自己画的作品是否实现了目标。

在这里，我不是暗示大量艺术家和作曲家很快会失去工作，而是说，构建创意软件的技术（如我们所见，其中很多依靠遗传编程）可以以无数新的方式重新加以利用。如果计算机可以创作音乐作品或设计电子组件，那么它很可能很快就能制定一个新的合法对策，或者想出一个新办法来解决管理问题。目前风险最高的白领职位暂时还是那些最常规或者最程式化的，但这一风险边界正在迅速往前推进。

推进速度的加快没有比华尔街更明显的了。曾经那里的金融交易高度依赖人与人之间的直接沟通，或是在繁华的交易大厅里，或是通过电话。而现在华尔街逐渐被通过光纤连接的机器交流所主导。有人估计，现在至少一半，并有可能高达70%的股市交易通过自动交易算法完成。这些先进的机器人交易员，很多是由人工智能的前沿技术研究提供支持的，其能力远远超出执行简单的日常交易。它们在共同基金和养老金管理者发起的大型交易中，会检测判断，然后抢购股票，以图赢利。它们还试图通过在系统中设满投标圈套，然后又迅速撤出的方式蒙蔽其他算法。彭博通讯社和道琼斯新闻社都专门提供了机器可读的产品，满足算法的贪婪胃口，然后写出财经新闻，说它们能在几毫秒内变成利润丰厚的交易。这些新闻社还给机器提供实时指标，让其看出哪些项目吸引了最多的关注。推特、Facebook和博客圈也同样成了所有这些算法相互竞争的素材。2013年发表在科学杂志《自然》上的一篇论文中，一群物理学家研究了全球金融市场，确定了“一个充满成群掠夺性算法的竞争性机器的新兴生态环境”的出现，并指出机器人交易的进展已经超出了人类设计者的控制和理解。

在算法不断竞争的领域，它们的动作之快连最快的人类交易者都觉得不可思议。事实上，速度在某些情况下以百万甚至十亿分之一秒来测量，对算法交易的成功极为关键，因此华尔街的公司已经集体投资了数十亿美元来修建计算设施和通信路径，只为能拥有微小的速度优势。例如，2009年，一家名为“延展网络”（Spread Networks）的公司花费高达2亿美元铺设了一条新的光纤通道，在从芝加哥到纽约的一条直线上延伸825英里。公司做这些都很隐蔽，因为怕打草惊蛇，即使在穿过阿勒格尼山脉的时候也是如此。而新的光纤通道上线后，它比现有的通信线路要快大约千分之三到四秒。这就足以使所有的算法交易系统都采用这种新的通道以有效主导竞争了。面对算法的浩劫，华尔街的公司纷纷排队租用宽带，据说其成本是原来较慢的电缆的10倍。目前，一条类似的电缆正在进行铺设，横跨伦敦和纽约之间的大西洋，预计将给现有的执行时间减去千分之五秒。

所有这些自动化产生的影响已经很明显：即使股市在2012年和2013年继续保持上升，但华尔街的大型银行仍宣布大规模裁员，造成数万个工作岗位的消失。世纪之交时，华尔街的公司在纽约市雇用了近15万金融工作者；到2013年，虽然无论交易量还是行业利润都有了飞涨，但这个数字只勉强超过10万。在就业整体下降的情况下，华尔街也确实创造了一种非常高层次的工作：2012年年底，戴维·费鲁奇（就是沃森计算机的领头计算机科学家）离开了IBM，来到华尔街的一家对冲基金公司，他要在那里运用人工智能的最新成果模拟经济，还有想必是要尽力为他所在公司的交易算法谋得竞争优势。

境外生产和高技能工作

虽然白领工作的加速自动化趋势已经很明显了，但尤其对真正的专业技能工作来说，更大的冲击还在后面。同样的说法未必能形容境

外生产，因为知识工作以电子形式转移到了低工资国家。高学历、高技能的专业人士，比如律师、放射科医师，特别是电脑程序员和信息技术员工已经明显感受到了影响。例如，在印度，有一大批呼叫中心工作人员和信息技术专业人士，还有熟悉美国税法的报税人，以及没有受过本国法律系统专业训练，而是美国法律训练，并随时准备对卷入当地诉讼的美国公司进行低成本的法律支持的律师。虽然这种离岸现象与计算机和算法毁掉工作之间看似毫无关系，但事实绝非如此：离岸外包往往是自动化的前兆，随着技术的进步，它在低工资国家创造的工作很可能转瞬即逝。此外，人工智能的进步可能会使尚不能完全自动化的工作外移更容易。

大多数经济学家认为境外生产仅是全球贸易的又一个例子，它总会给交易双方都带来好处。例如，哈佛大学教授N·格里高利·曼昆在其2004年担任乔治·W·布什的白宫经济顾问委员会主席时说，离岸外包是“至少从亚当·斯密开始，经济学家们就一直在谈论的从贸易中获利的最新表现”。但大量证据证明，事实恰好相反。有形商品贸易创造了像航运、分销和零售领域里大量的外围工作。往往自然环境在一定程度上会使全球化的影响减小，例如一家公司选择将工厂转移到中国，就要承担货运费及成品到达消费市场之前的严重延迟。但电子离岸外包却相反，它几乎不存在摩擦，不受有些处罚的影响，工作很快被以最低的成本转移到低工资的地方。如果要创造外围工作的话，那很可能就要在工人们所在的国家进行了。

我认为，不应该以“自由贸易”的视角来看待离岸外包。相反，它更类似于一场虚拟的移民。举个例子，圣迭戈南部将建一个大型的客户服务呼叫中心，正好穿过墨西哥边境。上万低工资工人被发以“日班工人”通行证，每天早上乘车跨越边境到呼叫中心工作。每天工作结束时，班车又沿着相反的方向把他们送回。这种情况（肯定会被视为移民问题）与将工作以电子形式转移到印度和菲律宾的区别在哪呢？在这两种情况下，工人实际上都是“进入”了美国，提供针对美国国内经

济的服务。最大的区别是，墨西哥日班工人计划很可能对加利福尼亚州经济要明显更有利。这一计划可能会带来公交车司机的工作，也肯定会需要人来维护美国境内的庞大设施。一些工人可能会购买午餐，甚至在工作中买一杯咖啡，从而为当地经济带来了消费需求。这家拥有加利福尼亚州工厂设备的公司还要缴纳房产税。而当工作被转移到海外，工人们只是虚拟地进入美国时，国内经济就不会得到这些好处了。我觉得有点讽刺的是，许多美国的保守派坚决支持保护边界，防止移民抢走很少美国人愿意做的工作，但同时他们却很少担心虚拟边界正向更高技能的工人完全敞开，而他们抢走的工作绝对是美国人想要得到的。

当然，像经济学家曼昆提出的这个论点是从总量上来衡量的，它掩盖了离岸外包对从事其中的人造成损害或带来好处的完全不成比例的影响。一方面，相对较少但绝对数量不少的一群人（可能以百万计），其收入、生活质量和未来前景都遭到了大幅降级。这些人可能已经在教育和培训方面做了大量投资。有些工人可能完全失去了收入。曼昆可能会争辩说，对消费者总的益处可以弥补这些损失。不幸的是，虽然消费者可能从境外生产中享受到更低的价格，但这种现象或许扩散到上千万甚至上亿人，最终也许导致成本下降区区几分钱，这对任何一个人的福祉来说都可以忽略不计。况且不用说，不是所有的收益都流向消费者，大部分要进入那些已经是富豪的高管、投资者和企业主的腰包。这种不对称的影响，大部分普通工人凭直觉就能感受到，这也许并不奇怪，但似乎它对许多经济学家就不起作用了。

在为数不多的认识到境外生产破坏性潜力的经济学家中，有一位是美国联邦储备委员会前副主席艾伦·布林德（Alan Blinder），他在2007年《华盛顿邮报》上发表了一篇题为“自由贸易尚佳，境外生产令人忧心”的专栏文章。布林德进行了一些调查来评估境外生产未来的影响，他估计，占美国整个劳动市场约1/4的3 000万~4 000万个工作岗位

都可能放到境外。正如他所说，“到目前为止，我们只看到了境外生产的冰山一角，它最终的样子可能是相当惊人的”。

几乎任何主要涉及信息处理而且没有以某种方式固定在本地的职业（比如，有的职业需要与顾客面对面交流），都有可能在不久的将来面临离岸外包的风险，还有再远一点的全自动化的风险。全自动化仅仅是合乎逻辑的下一步动作。随着技术的进步，我们可以期待，越来越多境外工人现在从事的常规工作将最终完全由机器来处理。这样的事情已经发生，一些呼叫中心的工作人员已经被语音自动化技术所替代了。而一旦像IBM沃森那样真正强大的自然语言系统进入客户服务领域，那大批境外呼叫中心的工作将要蒸发了。

随着这一过程的进行，对那些在境外生产中投入巨资以期实现赢利与繁荣的相关公司和国家来说，它们将别无选择，只能沿着价值链向上走。随着越来越多的常规工作实现自动化，高技能、专业化的工作越来越多地被境外生产者所瞄准。我认为，有一个因素没有受到足够的重视，那就是人工智能和大数据革命的进步在多大程度上催化了更多高技能工作到境外去。我们已经看到，大数据管理方式的其中一个宗旨是，算法分析得到的结论可以越来越多地代替人的判断和经验。即使在人工智能的进步到达可能实现全自动的阶段之前，这些应用还将是承载更多智能分析和系统知识的有力工具，是企业竞争优势的来源。在运用这些工具时，一个聪明又年轻的境外生产工人可能很快就能与发达国家更有经验但要求高薪的专业人士进行竞争。

当境外生产与自动化结合在一起时，其对就业总的潜在影响将是十分惊人的。2013年，牛津大学马丁学院的研究人员对美国超过700种就业类型进行了详细研究，最后得出结论：将近一半的工作岗位将受到机器全自动化的影响。艾伦·布林德和普林斯顿大学的艾伦·克鲁格（Alan Krueger）对境外生产进行了类似的分析，发现美国约25%的就业机会要面临最终被转移到低工资国家的风险。真希望这两个估算之

间有很大的重叠部分。事实上，从岗位头衔和岗位描述考虑，二者之间十有八九会有很多重叠。然而，长期来看，情况便会不同了。境外生产总会先来到，在很大程度上，它将加快自动化的影响，并把高技能工作带入了危险区。

随着强大的人工智能工具使海外工人与发达国家的高工资同行的竞争更容易，我们对可能转移到境外的工作类型的很多最基本假设，也可能会受到技术进步的颠覆。例如，几乎每个人都认为，需要地理环境控制的职业永远是安全的。然而，美国西部的军事飞行员经常操控在阿富汗的无人驾驶飞机。同样，很容易想象境外工人操作着遥控机械，这些工人拥有视觉感知和灵活度，而这暂时还未被自动机器人所染指。需要面对面交流的工作是另一种被认为需要在本地才能完成的工作类型。然而，远程监控机器人正在推动这一领域的前沿，并已经被用在韩国的学校里向菲律宾人进行境外英语语言教学。在不远的将来，先进的虚拟现实环境同样会使工人跨越国界自由移动以及直接与客户接触变得更容易。

随着境外生产的加速，美国和其他发达国家的高校毕业生可能面临着一场严酷的竞争，不只是建立在工资基础上的，还有认知能力上的。印度和中国的总人口达26亿人，是美国人口的8倍多。认知能力前5%的人口约1.3亿人，超过美国整体人口的40%。也就是说，按照钟形曲线分布，一个不可回避的现实是印度和中国聪明绝顶的人才肯定比美国要多得多。当然，只要印度和中国的国内经济能为那些聪明的人创造出工作机会，这就不必引起担心。但是目前，证据表明并非如此。印度已建成一个主要的国家战略产业，专门针对美国和欧洲的电子就业岗位。而在中国，尽管其经济增长速度仍然让全世界羡慕，但每年都要为不断飙升的新的大学毕业生创造足够多的白领工作，这也是一项艰巨的任务。

迄今为止，中国的技术工人因为英语和其他欧洲语言的不熟练，还不能在外包行业构成强有力的竞争。然而，技术似乎将再一次最终拆除这个屏障。像深度学习神经网络技术正准备把科幻领域的即时机器语音翻译带到现实世界中，而这可能在未来几年内发生。2013年6月，Google的安卓高级主管雨果·巴拉（Hugo Barra）表示，他期望一个可以面对面或者通过电话可用的“万能翻译”能在几年内问世。巴拉还指出，Google已经拥有了“近乎完美”的英语和葡萄牙语实时语音翻译。随着世界各国越来越多的白领工作实现自动化，在机器尚未触碰到的领域里，对那些数量不断减少的工作岗位竞争加剧似乎是不可避免的。那些顶尖聪明的人才将会有显著的优势，而且他们会毫不犹豫地超越国界。在虚拟移民没有任何障碍的情况下，发达经济体中那些非名牌大学毕业的工人的就业前景可能会非常严峻。

教育与机器结合

随着技术的进步以及更多工作的自动化，惯用的解决办法是为工人提供更多的教育和培训，使他们能进入到更高技能的新角色中。正如我们在第一章中所看到的，随着机器人和自助服务技术开始大举入侵快餐和零售领域，数以百万计的低技能工作处于危险之中。我们可以肯定，更多的教育和培训是这些工人解决就业问题的主要方案。但是，本章一直所要传达的信息是，技术和教育之间正在进行的比赛很可能正在接近收官：机器也正在向更高技能的工作走来。

承认这一趋势的经济学家，改变了传统的观念，他们认为未来的工作将会与机器结合。麻省理工学院的埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲是这一想法特别强烈的支持者，他们建议工人们应该学会“用机器赛跑”，而不是“与机器赛跑”。

这个建议可能很明智，但并不特别新鲜。学习用当下技术工作一直就是一个很好的职业策略，我们过去常常称之为“学习计算机技能”。然而，随着信息技术进步继续不断地保持指数级增长，这种新的建议是不是一个妥善的解决方案令人很是怀疑。

机器与人合作理念的典型是自由式象棋这个相对晦涩的游戏。在IBM深蓝计算机打败国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫十余年后，人们普遍认为，在计算机和人类一对一的比赛中，机器现在占绝对主导。但是，自由式象棋是一种团队运动。一群人，其中每个人并不一定是世界级棋手，他们相互竞争，在走每一步时，他们可以自由地向计算机象棋程序咨询。到2014年的情况来看，能运用多种象棋程序的人类团队能够打败任何一台单独作战的象棋计算机。

认为人机合作，而非全自动化将主宰未来的工作场所的想法存在一些明显的问题。首先，自由式象棋中，人机队持续的统治地位绝不是十分稳固的。在我看来，这些团队在决定最好的移动之前，要对不同的国际象棋算法进行评估和比较，这个过程似乎十分接近IBM沃森搜罗上千信息搜索算法，然后成功地将结果进行排名的过程。我认为，能够运用多种算法的“元”国际象棋计算机可能最终会打败人类团队，这并没有多夸张，特别是如果速度是其中的一个重要因素的话。

其次，虽然人机队的方式确实为发展增加了优势，但有一个重要问题是，雇主们是否愿意做出必要的投资来充分利用这一优势。尽管企业给它们的员工一堆座右铭和口号，但现实是大多数企业并不准备为这种“世界级”表现支付额外的巨额费用，因为企业运行的大部分更多是些常规性质的工作。如果对此有任何疑问，我建议你给有线电视公司打电话。企业会在那些对提升其核心能力至关重要的领域进行投资，换句话说，这种投资会给企业带来竞争优势。这种情况已经屡见不鲜。而且，更重要的是，这里并没有真正涉及任何新的员工。企业可能雇用那些熟练掌握当下最先进技术的人，正是这些如今不受失业

影响的人，他们是一小股精英人才。经济学家泰勒·柯文在2013年《平均时代的终结》（*Average Is Over*）一书中，引用了自由式象棋比赛幕后人员的话，称里面最好的选手是“基因怪胎”。所以，与机器合作听起来并不像是为失去常规工作的广大民众想出的一个系统性解决方案。而且，正如我们刚才看到的，还有境外生产的问题。在印度和中国的26亿人中，很多都非常渴望得到其中的一份精英工作。

有充分的理由相信，这种机器协作类型的很多工作都相对短命。回想WorkFusion的例子，想一下公司的机器学习算法如何逐步将自由职业者的工作自动化。结论就是，如果你发现自己正在使用一个智能软件系统，或在这种系统的指导下工作，都几乎可以肯定，不管你是否意识到，你正在训练这个软件来最终取代你。

另一个现象是，在很多情况下，那些想找机器协作工作的人很可能免不了会顿悟“要小心别许错了愿”。举个例子，考虑一下目前法律搜寻的趋势。当企业卷入诉讼时，需要对大量的内部文件进行筛选，来决定哪些可能与手头的案子有关。按要求，这些文件要提供给对方，如果未能给出相关的材料，可能要面临严厉的法律制裁。无纸化办公的一个自相矛盾之处是，自从打字机和纸张发明后，这样的文件尤其是电子邮件形式存在的文件数量出现了迅猛增长。为了应对这种情况，律师事务所正在采用新技术。

第一种方法涉及全自动化。所谓的电子发现软件基于强大的算法，可以分析上百万份电子文档，并自动梳理出相关的文件。这些算法远远超出了简单的关键字搜索，它们往往结合机器学习技术，可以分离出相关的概念，即使特定的词组并不存在。产生的一个直接结果就是大量律师和律师助理工作的蒸发，而他们曾经需要辛苦地整理成箱的纸质文档。

还有常用的第二种方法：律师事务所可能会把这种搜索发现工作外包给聘请大批法学院毕业生的专业人员。这些毕业生一般是法学院

招生泡沫破灭的受害者。他们找不到正式的律师工作，并且经常背负着巨额的学生贷款，所以就转而做起了文档审阅。每个律师坐在一台显示器前，上面显示的是连续不断的文件。跟文件一起出现的，还有两个按钮："相关"和"不相关"。这些法学院毕业生浏览屏幕上的文件，然后点击合适的按钮，接着又会出现一份新的文件。他们可能每小时分类80份文件。对这些年轻人来说，没有法庭、没有学习机会让他们在职业中成长，也没有机会让他们取得进步。相反，只有敲击"相关"和"不相关"的按钮，来度过一个又一个小时。㊟

这两种相矛盾的方法有一个明显的问题是，合作模式是否具有可持续性。即使工人们要的工资相对较低（对律师来说），自动化的方法还是似乎更划算。你可能会认为这样的工作缺乏技术含量，我只是挑了一个极糟的例子。难道大部分涉及与机器协作的工作不是把人放在控制地位、让工人来监督机器工作，而是简单地把人当作机械化过程中的齿轮吗?

统计数据并不支持这个一厢情愿的假设。在2007年出版的《超级数字天才》（*Super Crunchers*）一书中，耶鲁大学教授伊恩·艾尔斯（Ian Ayres）援引研究报告发现，算法的方法通常优于人类专家。当由人而非电脑对过程进行全面控制时，结果几乎无一例外地受到影响。即使提前给了人类专家算法的结果，他们产出的结果仍然不如自动运作的机器。就人在此过程中的价值而言，最好是让他们向系统输入具体的信息，而不是由他们全部控制。如艾尔斯所说，"越来越多的证据支持一个更刻薄、更不人性的事实，即专家应与（算法）专业知识结合在一起"。

我在这里想说的是，虽然人机协作的工作肯定会存在，但其数量似乎相对较少㊟，而且往往昙花一现。在很多情况下，做这些工作还可能没有成就感，甚至不是人干的活。鉴于此，如果我们要付出巨大努力，专门对工人进行培训使其找到这种工作，似乎很难自圆其说。

这种说法在我看来是在传统的想法上“修补轮胎”（再给工人更多的职业培训），并让它滚动的时间再长一点。最终，它还是会报废，我们需要更加行之有效的策略来应对这种情况。

第一批被自动化吞噬的白领工作肯定是新毕业的大学生所从事的入门级岗位。我们在第二章里看到，已经有证据表明，这个进程正在进行。2003~2012年，用2012年美元衡量，美国大学学士学位毕业生的平均收入从近5.2万美元下降到刚刚超过4.6万美元。在同一时期，学生贷款总债务增至3倍，从3 000亿美元增至9 000亿美元。

近年来毕业生的就业不足现象也在蔓延，几乎每个大学生貌似都认识一些获得了学位最后却在咖啡店工作的人。2013年3月，加拿大经济学家保罗·博德里、戴维·A·格林和本杰明·M·桑德发表了一篇学术文章，题为“对技能和认知工作需求的巨大逆转”（*The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks*）。题目基本说明了一切：经济学家们发现，在2000年左右的时候，美国对技术劳工的总需求达到峰值，后来便进入急剧下降期。最终的结果就是，新毕业的大学生越来越多地被迫从事相对不需要技能的工作，在这个过程中那些非大学毕业生的工作机会被挤掉了。

即使是那些科学和技术领域毕业的大学生也已经受到了显著影响。我们已经看到，尤其是信息技术就业市场，已经被云技术提高的自动化程度和境外生产的双重影响所改变。人们普遍认为，获得一个工程或计算机科学学位肯定能找到工作，这在很大程度上并不真实。经济政策研究所2013年4月所做的一项调查发现，美国高校中，具有工程和计算机科学学位的应届毕业生人数比这些专业实际找到工作的毕业生人数多50%。这项研究得出结论：“该学科毕业生的供给远远大于行业对他们的需求。”有一个趋势越来越明显，那就是很多人接受高等教育，做的都是对的事情，但是他们仍然无法在未来的经济形势中找到立足点。

有些经济学家之前将精力集中在对历史数据的研究上，现在终于开始注意到技术进步正在对高技能工作产生的影响，但要用这一趋势预测未来，他们一般还会非常谨慎。而人工智能领域的研究人员则往往没有那么谨慎了。日本国立情报学研究所的数学家新井纪子（Noriko Arai）正在领导一个项目，开发能够通过东京大学入学考试的系统。新井认为，如果一台计算机可以结合自然语言能力和必要的分析技能，最终通过日本排名最高的大学的入学考试，那它也很可能做得了大学毕业生能做的很多工作。她预料说，未来10~20年之内可能会有大量的工作岗位被撤换。该项目的其中一个主要目的是试图将人工智能对就业市场的潜在影响进行量化。新井担心说，10%~20%的技术工人被自动化替代是一场“灾难”，并说她“不能想象50%会意味着什么”。随后她补充说道，那将是“一场超级灾难，如果人工智能在未来表现很好，这样的数字不是没有可能”。

高等教育行业本身历来就是高技能员工的主要就业部门之一。特别是对那些渴求博士学位的人来说，一个典型的职业发展道路就是作为大学新生来到校园，然后从来不会真正离开。在下一章中，我们将看到，这个行业以及很多职业是如何同样处在一个巨大的技术破坏边缘的。

---

1. 斯蒂芬·贝克（Stephen Baker）在其2011的书《危险边缘终极PK：人机对战及追求全知》（*Final Jeopardy: Man vs. Machine and the Quest to Know Everything*）中，详细描述了导致IBM沃森产生的一个引人入胜的故事。

2. 在《危险边缘》中，提示线索被认为是答案，所以回答必须以问题的形式，并能得到线索中的正确答案。

3. 根据斯蒂芬·贝克2011年的《危险边缘终极PK》一书，沃森项目负责人戴维·费鲁奇因一颗牙剧烈疼痛挣扎了好几个月的时间。在多次看牙医之后，最终证明是一根多余的根管惹的祸。费鲁奇终于——很大程度上出于偶然——找到与牙科无关的专业医生看病，问题才得到解决。具体的症状在一篇相对晦涩的医学期刊文章中描述过。沃森几乎瞬间就可能给出正确的诊断，终没有让费鲁奇失望。

4. 这比常用的“回归”统计技术要先进得多。通过回归（线性或非线性的），公式形式被预先设定，并且对其参数进行了优化以适应数据。而Eureqa软件则相反，它能运用一

系列的数学元素，包括算术运算符、三角函数、对数函数、常量等来独立确定任何形式的公式。

5. 除了从事遗传编程工作，科扎还是刮刮彩票的发明者，同时还发起了“宪法变通”的想法，即大部分州将选举团投票投给全体公民普选的赢家，从而由公民普选选出美国总统。

6. 如果你觉得这种类型的工作很有吸引力，但缺乏必要的法律培训，一定要看看亚马逊的“土耳其机器人”（Mechanical Turk）服务，那里提供很多类似的工作机会。例如，“BinCam”将摄像头放在你的垃圾桶上，记录下你扔掉的所有东西，然后自动把记录发给社交媒体。这个想法显然是要让你感到惭愧而不浪费食物和不忘记回收再利用。正如我们所看到的，视觉识别仍然是计算机面临的一个艰巨挑战，所以要雇用人来执行此类任务。这项服务的价格并不高，这应该会让你大致了解这种类型工作的工资水平。

7. 在《平均时代的终结》一书中，泰勒·柯文预计，10%~15%的美国劳动力将能胜任机器协作工作。我认为，从长远来看，这个估计可能过于乐观，尤其在考虑境外生产的影响后。又有多少机器协作工作能固定在美国本地呢？（我对机器协作工作的怀疑有一个例外，就是在医疗保健领域。正如第六章中讨论的，我想最终可以建成一个新型的医疗行业，培训会减少得多，工作主要靠医生与智能诊断治疗系统的合作。但是，医疗保健是一种特殊情况，因为医生需要超乎寻常的大量训练，今后医师很有可能会出现明显的短缺。）

第五章
慕课革命

2013年3月，一小群主要由英语教授和写作老师组成的学者在网上发起请愿，回应标准化考试中的作文由计算机进行打分的情况。请愿书题为“专业人士反对机器评阅学生作文”，他们认为，书面文章用算法打分，会过分简单化、不准确、随意性强，且带歧视性，更何况，打分还是“通过一台连阅读都不会的设备”。不到两个月的时间里，近4 000名专业教育工作者在请愿书上签名，一起签名的还有一些公共知识分子，其中包括诺姆·乔姆斯基。

当然，用计算机来对考试打分并不新鲜，它们多年来都承担着多项选择考试打分的琐碎任务。在那种情况下，它们是节省劳力的设备。而当算法开始染指被认为高度依赖人的技能和判断的领域时，很多老师把这种技术视为一种威胁。机器作文评分运用的是先进的人工智能技术，评估学生文章用的基本方法与Google的在线语言翻译方法极为相似。机器学习算法先使用大量已被人工批阅的写作范例进行培训，然后算法开始给新的学生作文打分，并且几乎瞬间就可以做到。

“专业人士反对机器评阅学生作文”的请愿中称打分的机器“不会阅读”，情况的确如此。但是，我们在大数据和机器学习的其他应用中已经看到，这个根本无关紧要。基于统计相关性分析的技术往往比得上甚至超越人类专家所做的最大努力。事实上，阿克伦大学教育学院的研究人员在2012年的一份分析报告中，对比了机器打分和教师打分，发现该项技术“有几乎相同的准确度，而且有些情况下软件被证明更可靠”。这项研究涉及提供机器打分解决方案的9家公司，以及来自美国6个州的公立学校超过16 000份尚未打分的学生作文。

麻省理工学院写作项目部前主任莱斯·佩雷尔曼（Les Perelman）是机器打分最直言不讳的批评者之一，也是2013年请愿反对这种做法的主要支持者。在很多情况下，佩雷尔曼编写出多篇完全说不通的文章来诱导机器给出高分。然而，在我看来，如果为欺骗软件而拼凑起一篇拙文和写成一篇连贯的文章所需要的技能大致相当的话，那这可能会违背佩雷尔曼关于系统很容易被戏弄的说法。真正要关注的问题是，一个缺乏写作能力的学生的作文能否被打分软件所接受，而阿克伦大学的研究表明，情况似乎并非如此。但佩雷尔曼确实提出了一个真正令人担心的问题：今后学生可能会被教以专门的写作方法来取悦算法，而他称之为“依文章长度和花哨的措辞而给学生不相称的分数”。

算法打分虽然争议不断，但几乎可以肯定，随着学校继续寻求降低成本的途径，它的应用还会更普遍。在有大量文章需要打分的机构，这个方法具有明显的优势。除了速度快、成本低，算法的方式还较为客观和一致，而这是人类打分需要完善的地方。这项技术还能给学生即时的反馈，非常适合用来布置作业，让学生得到可能在老师那得不到的详细点评。例如，许多传媒课程要求或鼓励学生每天写日记，算法只需点一下按钮，就可以对每一篇进行评价，甚至还可能提出改进意见。我们似乎可以合理地假设，这种自动算法在可以预见的未来，将被用来教授基本沟通技巧的入门课程。英语教授不必担心算法会入侵他们的高阶创意写作专题讨论课。但是，它们在入门课程中的应用可能最终会取代那些现在执行日常打分工作的研究生助教。

机器人作文评分所引起的骚动只是信息技术加速发展对教育部门强烈反击的一个小例子。迄今为止，技术发展已使其他行业的生产率大幅提高，但高校基本上不受其影响。信息技术所带来的好处还没有扩散到整个高等教育界。这至少部分解释了近几十年来大学费用惊人增长的原因。

有强烈的迹象表明，这样的情况即将改变，其中最具破坏性的影响肯定是来自顶尖院校提供的在线课程。许多情况下，这些课程吸引了庞大数量的人员注册学习，它们因此成为应用自动化方法来进行教学和打分的重要驱动力。edX是由顶尖大学创建的免费在线课程平台，其在2013年年初宣布，将作文打分软件免费提供给任何想使用它的教育机构。换句话说，算法打分系统已成为又一个基于互联网的软件构建模块，这将有助于加速实现人类技能劳动的自动化这一不可避免的趋势。

慕课的崛起

那些由edX提供的互联网免费课程是慕课（massive open online courses，MOOCs，即大规模开放在线课程）的一部分。2011年夏末，斯坦福大学两位计算机科学家塞巴斯蒂安·史朗（Sebastian Thrun）和彼得·诺维格（Peter Norvig）宣布其人工智能入门课程将在互联网上免费提供，立刻让慕课跃入公众的视野中。这门课程的两位老师都是其领域内的名人，与Google也都有密切的联系。史朗曾带头开发Google的自动驾驶汽车，而诺维格是Google的研发主管，并且是一本人工智能方面顶尖教材的合著者。在公告发出的几天时间里，超过1万人报名参加课程。《纽约时报》的约翰·马科夫8月发表了一篇关于课程的头版文章，之后，注册人数飙升超过16万，来自190多个国家。只立陶宛一个国家的在线学生人数就超过了斯坦福大学的所有本科生和研究生招生人数。学生小到10岁、大到70岁，都报名向这个领域的两位杰出科学家直接学习人工智能基础，而以前仅有200名斯坦福学生有这种难得的机会。

这门持续10个星期的课程被分为一些简短片段，大致模仿可汗学院（Khan Academy）给初中和高中学生制作的颇为成功的视频。我自

己做过几个片段，发现这种形式是一种非常强大又引人入胜的学习工具。这种作品没有任何视觉效果，它主要包括史朗或诺维格通过笔记本电脑来展示主题。每个简短的片段后进行互动测验，这项技术实际上可以保证你在进行该课程学习的过程中能将关键概念同化。大约23 000人完成了课程，参加了期末考试，并获得了斯坦福大学的结业证书。

短短几个月内，一个全新的产业围绕着慕课现象形成。塞巴斯蒂安·史朗筹到了风险投资，成立了一家名为“在线大学”（Udacity）的新公司提供免费或低收费的在线课程。全美和世界各地的精英大学也匆匆加入了这场游戏。另外两名斯坦福大学教授吴恩达（Andrew Ng）和达芙妮·科勒（Daphne Koller）初始投资2 200万美元成立课程时代“Coursera”，与斯坦福大学、密歇根大学、宾夕法尼亚大学和普林斯顿大学建立了合作关系。哈佛大学和麻省理工学院迅速投入6 000万美元成立edX。作为回应，Coursera又加进包括约翰·霍普金斯大学和加州理工学院在内的另外十几所大学，然后在18个月内，Coursera的合作伙伴包括了世界各地的百余所机构。

2013年年初，围绕慕课的大肆宣传跟课程注册速度一样迅速爆发。人们普遍认为，在线课程有望迎来一个精英教育免费或低收费的新时代。在非洲和亚洲的贫困人口将很快能通过廉价的平板电脑和智能手机就读常春藤盟校。《纽约时报》专栏作家托马斯·弗里德曼称慕课为“全球在线高等教育萌芽的革命”，并认为在线课程有潜力“点拨10亿多大脑来解决世界上最大的问题”。

2013年的最后几个月，宾夕法尼亚大学的两项研究使现实受到了打击。其中的一个研究项目观察了Coursera的100万在线课程注册用户，发现慕课“有相对较少的活跃用户，且用户参与显著下降，尤其在课程开始的一两个星期之后，并且很少用户能坚持到课程结束”。有大约一半的注册用户甚至只学了一次课。各门课程完成率从2%~14%不

等，平均约4%。慕课也很大程度上没有吸引穷人和未受良好教育的学生，虽然人人都以为他们最能从中受益。注册用户中大约80%已经有了大学学历。

几个月前，Udacity和圣何塞州立大学之间的高调合作也同样未能达到人们的期望。该计划旨在向弱势群体学生提供廉价的数学、大学代数和统计学基础等网上课程辅导，由塞巴斯蒂安·史朗和加利福尼亚州州长杰瑞·布朗（Jerry Brown）在2013年1月的一场新闻发布会上宣布实施，声称是应对州立学院学费飞涨的一个可能的解决方案。在第一批学生仅花了150美元完成了课程学习，以及获得了在线导师的个人协助后，结果却很让人沮丧。参加代数课的人数占有3/4，不过接近90%来自高中的学生未通过课程考试。总体说来，慕课的学生比圣何塞州立大学传统上课的学生差很多。这所大学从那以后已经暂时中止了该项计划。

Udacity现在已不强调广泛的普及教育，而是将重点更多地放在教授工人具体专业技能的职业课程上。以Google和赛尔福斯（Salesforce.com）公司为例，它们买下了相关课程，教软件开发人员如何使用他们的产品进行工作。Udacity还与佐治亚理工学院合作，提供了第一批慕课型的计算机科学硕士学位。这个项目持续了三学期，学费仅为6 600美元，比传统的在校学位便宜80%左右。该项目的成立资金由美国电话电报公司资助，公司计划让其很多员工参与该项目。最初，佐治亚理工学院将招募约375名学生，其目标是扩大项目规模至数千人。

随着慕课的不断发展和完善，人们希望它能带来一场全球性的革命，将高品质的教育带给世界数亿的贫困人口，这一希望可能最终会实现。但是，在短期内这些在线课程似乎更有可能吸引那些寻求继续教育积极性高的学生。换句话说，慕课将要争夺的可能是在传统课堂

上上课的学生。如果潜在的使用者认为慕课提供的是一种有价值的文凭，那这最终可能会造成高等教育界的一场巨大革命。

大学学分和能力为基础的文凭

当史朗和诺维格在总结分析其2011年人工智能课程成绩时，发现248名参与者在考试中得到了完美的分数，这些学生的考试问题没有一道答错。他们还发现，这个精英群体里面没有一个斯坦福大学学生。事实上，有至少400名在线参与者超过得分最高的在校学生。但是，这些表现如此优异的学生没有一个得到斯坦福的正式学分，甚至连传统的结业证书也没有。

几个月前，当斯坦福大学的管理层刚了解到课程飙升的注册人数时，他们曾多次召集教授们开会，商讨授予在线学习者什么样的学习文凭。他们顾虑的，除了斯坦福大学的声望可能因被数万人共享而削弱（而且是在这些人没有支付一般在校学生每年约4万美元学费的情况下），还有遥远地区学生的身份无法得到验证。这些管理人员最终一致决定，可以向在互联网上完成课程学习的学生提供一个简单的结业证明。这些斯坦福大学的高层们十分注意“证明”这个精确术语，所以当一个记者在描述课程的专栏里写成“证书”时，他们立即打电话要求予以改正。

斯坦福大学的领导们对关于网上学生身份验证的担心不是没有根据的。确实，要确保学分授予的是真正完成课程学习并参加考试的同一人，这是慕课大学学分或官方文凭授予要面对的最严峻的一个挑战。如果没有有力的验证程序，那围绕课程完成和考试欺诈行为的一个新兴产业也将会兴起。事实上，已经出现了一些网站帮他人学习在线课程并收取一定的费用。2012年年底，高校情报网的记者假扮学生，向其中一些网站询问关于完成宾夕法尼亚州立大学在线经济学入

门课程的信息，被要价从775美元到900美元不等，并被保证课程至少得到“B”。而这门课还是宾夕法尼亚州立大学传统学位授予网上分类中的一门，按理在核实学生身份方面与其他人数众多的开放类课程比应该不算是一个挑战。整个宾夕法尼亚州立大学项目注册报名的学生才有大约6 000名本科生和研究生，仅是可能在慕课上注册人数的很小一部分。

作弊也已经成为大规模在线课程的一个显著问题。2012年，就Coursera上人文课程的剽窃行为提出的投诉多达几十项。这些课程依靠的不是算法，而是学员间互相评分来评价学生表现。所以课程管理员在应对投诉时，猖獗的剽窃和错误的指控这两种可能性都要考虑。在科幻和奇幻小说写作的一门课上，有人声称学生的文章抄自维基百科或其他已发表的资源，这使得讲授这门课的密歇根大学英语教授埃里克·拉布金（Eric Rabkin）向全部的39 000名学生发出一封信，警告他们不要抄袭他人的作品，还同时指出“对抄袭的指控是一种非常严肃的行为，必须有具体的证据支撑”。发生此类事件后的一个显著变化是这些课程现在不再提供任何学分。很显然，有些人作弊“只是因为他们能作弊”，或者可能因为他们不了解规则。无论何种情况，把正式的学分和这种形式的课程挂钩将无疑增加作弊的动机。

有很多可能的技术方案可以解决身份确认和作弊的问题。一个简单的方法是在每一部分开始时提出需要个人信息的挑战问题。如果你打算雇人以你的名义学习课程的话，那在给他们自己的社会安全号码之前你可能会三思而后行，但这种办法在全球范围内就很难使用了。远程监考解决方案要求计算机开启一个摄像头，让管理员可以监控学生。2013年，哈佛大学与麻省理工学院在线课程项目edX开始向支付额外费用且在网络摄像头注视下学习课程的学生提供有身份验证的证书。这种证书可以出示给未来的雇主，但一般不能用于学分证明。监考人监控的方式很昂贵，而且明显不能用于免费课程数万人的考试，但Facebook现在用的标记照片类型的面部识别算法可能最终会派上用

场。一些其他算法也可能用于识别学生身份，包括分析他们的按键节奏，或通过自动将书面作业与已有的巨大数据集对比的方式将作弊行为连根拔除。

给慕课加入学分的一个特别有望的途径是提供能力为基础的凭证。通过这种方法，学生不是通过上课来获得学分，而是通过单独的评估测试表现其在特定领域的能力。能力本位教育（CBE）率先在西部州长大学（WGU）施行，该在线大学是在1995年美国西部19个州的州长参加的会议上首次提出的。西部州长大学于1997年开始运营，到2013年，共有超过4万名学生，其中很多是想要完成早年开始的学位项目或过渡到新职业的成年人。2013年9月，威斯康星大学宣布将引入一个基于能力获得学位的项目，使能力本位教育方式获得了重大的推动。

慕课和能力本位教育可能是天作之合，因为二者的结合基本上将课程与认证问题分开了。像学生身份确认和作弊的问题都只在评估测试中才涉及。甚至一家风险投资公司可以完全绕过上课这件杂乱又昂贵的事情，直接担任测试和凭证颁发的角色。有上进心的学生可以自由使用任何可用的资源，包括慕课、自学或更传统的上课来提高能力，然后通过公司管理的评估测试以获得学分。这种测试可能会相当严格，实际上是创建了一个过滤器，大致相当于名牌大学的招生过程。如果这样一家初创公司能够建立起只向高素质毕业生发放证书的良好声誉，而也许最关键的，如果它可以与高知名度的雇主建立紧密的关系，以便其毕业生能受到追捧，那这家公司肯定有潜力颠覆高等教育行业。

一项针对近3 000所美国大学高层管理者的年度调查发现，人们对慕课未来的希望在2013年已显著减少。近40%的调查受访者表示，大规模在线课程不是教学可持续发展的途径，而在去年的调查中，只有1/4的高校管理者曾表达过这一观点。《高等教育纪事报》也提供了一

份形势比较严峻的进度报告，指出“在过去的一年中，慕课在现有的高等教育资格认证制度方面没有取得显著进展，让人怀疑它是否能如之前观察家所想的那样迅速发展”。

一个与慕课相关的悖论是，虽然作为大众教育机制它们存在很多实际问题，但对于有足够动机和自律的学生来说，它们又是极其有效的学习方法。自从史朗和诺维格刚开始把人工智能课程放在网上时，他们惊讶地发现斯坦福大学的课堂出勤率开始迅速下降，最终200名在校学生中只有30名在定期上课。他们的学生似乎更愿意在网上上课。他们还发现，新的慕课形式使得在校学生的平均考试成绩与该门课程前一年比有了显著提升。

我认为断言慕课现象已萎靡沉沦还为时过早。我们可以将其看作是新技术早期一般都会遇到的磕磕绊绊。要记得，微软的Windows操作系统一开始并不是行业的主导力量，直到其推出3.0版，那是产品问世至少5年之后的事情了。事实上，大学管理者之所以对慕课未来的可持续发展存有悲观情绪，可能在很大程度上是因为他们担心这些课程会对自己的学校和整个高等教育界产生潜在的经济影响。

濒临崩溃的边缘

如果慕课造成的破坏还会到来的话，那它将猛烈冲击这个年收入近5 000亿美元、员工超过350万人的高等教育行业。1985~2013年，大学费用猛增了538%，而居民消费价格指数仅增长了121%，连增长了大约286%的医疗费用都远远落后于高等教育费用。大学费用大多由学生贷款资助，而现在美国的学生贷款总额至少达到1.2万亿美元。大约70%的美国大学生会贷款上学，而他们毕业时的平均债务将近3万美元。请记住，只有大约60%的学士学位大学生在6年内毕业，其余的人要在没有拿到学位的情况下还清累积债务。

值得注意的是，高校实际教学成本的增长并不是总体成本激增的主要原因。杰弗里·J ·赛灵格（Jeffrey J. Selingo）在其2013年的一本书《松绑的大学》（*College Unbound*）中，援引了三角洲经费计划的数据，这家小型研究机构针对高等教育产业做了令人瞩目的研究。2000~2010年，大型公立研究型大学在学生服务方面的支出增加了19%，行政支出增加了15%，运营和维护支出增加了20%，而教学成本仅增加了10%。2009~2011年，加利福尼亚大学教师聘任实际下降了2.3%，而在校学生人数增长了3.6%。为了使教学成本下降，高校越来越依靠兼职或助理教师，他们按每门课拿报酬，有时候一个学期下来只有2 500美元，没有任何员工福利。尤其在文科领域里，这些兼职岗位已经成为大量博士毕业生毫无前途的工作机会，而他们曾经希望得到的是一份终生的学术事业。

虽然教学成本已经在很大程度上得到控制，但行政和设施方面的花费却在飙升。在很多规模庞大的学校里，行政人员的数量现在已超过教师的数量。加利福尼亚大学在两年时间里，教师聘用下降了2%以上，而行政人员岗位却增加了4.2%。向学生提供个性化咨询和建议的专业人员费用支出也同样增加显著，而此类型的岗位现在几乎占美国主要大学1/3的专业岗位。高等教育产业似乎已成为为高文凭人才不断创造工作机会的机器，不过如果你想要的是一份教学工作，那就没有那么容易了。其他砸钱的地方还有建造豪华的学生公寓、修建娱乐和体育设施等。赛灵格指出，“最荒谬的是懒人河这个水上游览项目，基本上是一个水滑梯主题公园，学生还可以乘筏漂浮”。而波士顿大学、阿克伦大学、阿拉巴马大学和密苏里大学的行政领导们都认为这是学生大学经历中不可或缺的一部分。

当然，最重要的因素是要看学生和他们的家庭是否愿意支付越来越高的“票价”来作为进入中产阶级大门的基本而非充分的条件。难怪许多观察家都认为高等教育已经成为一个“泡沫”，或至少是一座自命不凡的空中楼阁。曾经改变了报纸和杂志行业的数字技术，对高等教

育领域产生破坏性影响的时机已然成熟。一旦行业走向数字化，就会不可避免地造成赢家通吃的场景，而由精英院校提供的慕课被视为最有可能造成这一局面的力量。

美国有超过2 000所四年制学院和大学，如果包括两年学位制度的机构，这个数字会增长到4 000所。这当中有200~300所可以被划为有竞争力大学，享有国家声誉或真正的精英大学则当然更少了。想象一下，未来大学生可以听到哈佛大学或斯坦福大学教授的免费在线课程讲授，并随后得到一份雇主或研究生院承认的证明，那谁还愿意在一个三等或四等的院校贷款支付学费呢?

哈佛商学院教授，行业内革新专家克莱顿·克里斯坦森（Clayton Christensen）已预测说这个问题会导致上万所学校机构严峻的未来。在2013年接受采访时，克里斯坦森说，“从现在开始的15年，美国一半的大学可能会破产”。即使大多数学校还有偿付能力，也很容易想象入学率和收入将大幅下降，同时伴随行政人员和教师的大规模裁员。

随着学生涌向常春藤盟校提供的课程，很多人认为高校的衰落将来自最顶端。但这种假定是将“教育”作为数字化的主要对象。而从哈佛大学和斯坦福大学这样的学校愿意将教育免费奉送的事实可以看出，这些机构主要是在传送文凭，而非知识。精英大学的文凭不能如数字音乐文件那样大量发行，它们更像是限量版的美术印刷品或中央银行印制的纸币，发行太多的话就会贬值。出于这个原因，我想真正的顶级大学在提供任何有意义的凭证时都将保持相当谨慎。

破坏更有可能来自重点公立大学，它们有良好的学术声誉和众多的校友，以及由备受瞩目的足球和篮球项目支持的品牌，在国家拨款削减之后，这些高校越来越渴望得到收入。佐治亚理工学院与Udacity建立合作，提供慕课型的计算机科学学位，威斯康星大学试验发放能力为基础的证书，这些可能让我们提前看到了即将到来的更大规模的

趋势。正如我之前所说，还有可能有一些机会让一家或多家私人企业抓住，它们依靠评估测试颁发职业凭证从而分得市场的一大块。

即使慕课不会马上直接通向学位或其他市场上可售卖的文凭，它们仍然可以破坏很多高校“一堂课连一堂课”的运行模式。像经济学和心理学这样的入门课程是高校重要的摇钱树，因为它们需要相对较少的资源就能教数百名学生，而大部分学生是全额支付学费的。如果学生可以选择听慕课上免费或低价的顶尖院校知名教授的讲课，那单这一项就会对排名较低的学校的财务稳定性造成重击。

随着慕课继续发展，其自身庞大的注册人数将成为创新的重要驱动力。学生参与程度，以及他们在课程学习过程中成功或失败的方式等大量数据正在被搜集。正如我们所看到的，大数据技术随着时间的推移肯定会带来最终能改善结果的重要思路。新的教育技术也在层出不穷，并会逐渐被纳入慕课。例如，自适应学习系统推出了相当于机器人老师的系统。这些系统密切跟踪单个学生的学习进展，并提供个性化的指导和帮助，它们还可以调整学习进度以匹配学生能力。这样的系统已被证实成功了。一项研究随机观察了6所公立大学的统计学入门课程，其中一组学生用传统形式上课，另外一组则主要接受机器人教学且课堂时间有限。研究发现，两组学生“在通过率、期末考试成绩以及统计知识的标准化评估方面”处于同一水平。

如果高等教育行业最终在数字化的猛烈攻势下屈服，那其转型很可能是把双刃剑。大学文凭可能会更便宜，对很多学生来说更容易获得，但同时技术也可能摧毁这个本身就是高等教育人才主要就业途径的行业。我们已经看到，在其他所有行业里，先进的自动化软件将继续影响新的毕业生寻找高技能的工作。就在作文打分算法和机器人老师在帮助教授学生写作的同时，自动写作技术公司开发的算法可能已经在很多领域里将很多常规、入门级的文章写作自动化了。

此外，慕课的兴起和知识型工作外包之间可能会自然地互相促进。如果慕课最终可以获得大学学位，那么得到新证书的人中表现最出色的一部分将来自发展中国家，这一趋势似乎是不可避免的。而随着雇主们开始习惯聘用接受过这种新教育模式的员工，他们也可能愿意在全球范围内更多地运用这种方法进行招聘。

高等教育是美国到目前为止相对未受到数字技术加速发展影响的两大产业之一。然而，像慕课、自动打分算法、自适应学习系统这样的创新可能终将带来高等教育的最终瓦解。我们在下一章中会看到，另外一个正在坚守的行业——医疗保健，对机器人来说将更是一场巨大的挑战。

第六章
机器人医生

2012年5月，一名55岁的男子到德国马尔堡大学的一家诊所治疗。该男子患有发烧、食道发炎、甲状腺激素水平较低，并伴有视力衰退。他看了各科医生，都对其症状感到困惑不解。当患者赶到马尔堡诊所的时候眼睛几乎失明，并且处在心脏衰竭的边缘。几个月前，在美国丹佛的科罗拉多州立大学医学研究中心，一个非常类似的医学难题最终以一名59岁的女子接受心脏移植手术告终。

这两个难题有着共同的答案：钴中毒。这两名患者都曾装有金属制成的人工髋关节。金属植入物随着时间的推移受到了磨损，释放出钴粒子，使患者最终慢性中毒。特别巧合的是，描述这两个病例的论文在2014年2月几乎同一天分别发表在两大主要医学期刊上。德国医生发表的报告有一点很有趣：当美国医生已经采取手术的时候，德国医生最终解开难题不是因为他们训练有素，而是因为其中的一位医生看了2011年2月的一集美剧《豪斯医生》（*House*）。剧中的主角格里高利·豪斯医生面临着同样的问题，他最终做出了巧妙的诊断：金属假肢髋关节置换产生的钴中毒。

这两个地方的医生可以下一番功夫做出同样的诊断，而谜团的答案黄金时段播出给数以百万的电视观众后，他们也可以做到。这一事实证明了，即使处在一个互相协作和信息获取从未像现在这样简单的互联网时代，医学知识和诊断技能仍然被根植于单个医生的大脑里。这样一来，医生诊断和治疗疾病的基本过程在很大程度上一直保持相对不变。颠覆解决问题的传统方法，把困在个人头脑中或发表在晦涩

的医学期刊上的所有信息都释放出来，可能是人工智能和大数据为医学带来的最重要的潜在好处之一。

总体来说，信息技术的进步正在冲击经济的其他领域，但到目前为止其进军医疗保健领域的步伐还相对较慢。要找到证据证明技术带来了医疗行业整体效率的有效改进尤其困难。1960年，医疗保健行业占美国经济不到6%。到2013年，这一数据几乎增加了两倍，增长到近18%，美国人均医疗保健支出已经飙升至相当于其他大多数工业化国家的两倍。进步中的其中一个最大的风险是技术将继续产生不对称影响，即使在医疗保健成本不断攀升的情况下，在大多数经济领域内仍可压低工资或造成失业。这种危险，从某种意义上说，不是因为医疗机器人太多，而是太少。如果技术不能上升到足以应对医疗保健的挑战，那结果很可能造成每个家庭和整体经济都要面对医疗费用飞涨且最终难以支付的负担。

医学领域的人工智能

医生用来诊断个别患者病情或设计最佳治疗方案的有用信息总量是相当惊人的。医生们面临的是不断涌现的新发现、创新的治疗，以及发表在世界各地医学和科学期刊上的临床研究评估。例如，MEDLINE是由美国国家医学图书馆创建的一个在线数据库，为超过5600本独立的期刊编有索引，每本每年可能发表从几十到几百篇不等的研究论文。此外，还有无数的病历、病史，以及可能提供重要思路的个案研究等。据估计，所有的这些数据总量大约每隔5年翻一番。要吸收其中哪怕一小部分，甚至是非常具体的领域中医疗实践的相关信息，对任何人来说都是不可能的。

正如我们在第4章中看到的，医学是IBM预计其沃森技术将带来变革性影响的其中一个主要领域。IBM的系统能够在大量不同格式的信

息中搜寻，然后几乎立刻做出推断，而这些推断可能会难住最细心的人类研究员。很容易想象，在不久的将来这样的诊断工具将是不可缺少的，至少对面临极具挑战性病例的医生来说是这样的。

得州大学安德森癌症中心，被普遍认为拥有美国最好的癌症治疗设施，其休斯敦医院每年接收超过10万名患者。2011年，IBM沃森团队开始与安德森癌症中心的医生共同努力打造协助肿瘤学家开展白血病病例研究系统的定制版。目标是创建一个互动顾问，能够推荐最好的循证治疗方案，匹配患者和临床药物试验，并能提示特定患者可能遇到的危险或副作用。项目的初始进展比团队预期的要慢，主要是因为在设计能够应对复杂的癌症诊断和治疗算法时遇到了挑战。事实证明，癌症比《危险边缘》难多了。然而，2014年1月，《华尔街日报》报道称，安德森癌症中心应用沃森的白血病系统正“回到正轨”，将实现其功效。研究人员希望在大约两年时间内将该系统扩大至研究其他类型的癌症。IBM从这个试点方案中得到的经验教训很可能将使公司在沃森技术的未来应用方面更加合理。

如果系统运行顺利，安德森癌症中心的工作人员计划将其放到互联网上，使各个地方的医生都能运用这一强大的资源。据白血病专家考特尼·狄娜铎（Courtney DiNardo）医生说，沃森技术可以让任何医生“接触到最新的科学知识和安德森癌症中心的专业知识”，因此“有潜力使癌症治疗大众化”。“对于不是白血病专家的医生来说，”她补充道，这个系统“可以作为专家第二意见，让他们可以获得国家顶级癌症治疗中心提供的同样的知识和信息”。狄娜铎还认为，除了给具体的患者提供咨询，该系统还能“提供一个无与伦比的研究平台，可以用来提出问题，研究假设，并对关键性的研究问题给出答案”。

沃森技术是目前人工智能在医学方面最宏大和突出的应用，当然还有其他重要的成功案例。2009年，明尼苏达州罗切斯特梅奥诊所（Mayo Clinic）的研究人员创建了一个人工神经网络，用以诊断心内

膜炎，即心脏内层的炎症。心内膜炎通常需要用探针插入患者食道中，以判断炎症是否由潜在的致命感染所引起的，这个过程非常痛苦而且价格高昂，其本身对患者来说就存在危险。但梅奥诊所的医生仅靠常规测试和观察到的症状训练了一个神经网络代以诊断，不再需要侵入性技术了。一项涉及189例患者的研究发现，该系统准确度超过99%，使一半多的患者免于接受不必要的侵入性诊断程序。

人工智能应用在医学中最重要的好处之一可能是避免诊断和治疗过程中潜在的致命错误。1994年11月，《波士顿环球报》备受瞩目的健康专栏作家，两个孩子的母亲，39岁的贝琪·雷曼（Betsy Lehman）原定开始她第三轮的化疗，继续她与乳腺癌的抗争。雷曼住进了波士顿的达纳–法伯癌症研究所（Dana–Farber Cancer Institute），这家研究所像安德森癌症中心一样，被视为全美最杰出的癌症治疗中心之一。治疗方案是需要给雷曼注入一剂强效的环磷酰胺，用这种剧毒药物来消灭她的癌细胞。研究员在写用药顺序时犯了一个简单的数字错误，意味着雷曼的用药总剂量是治疗方案的大约4倍。最终，雷曼因药物过量于1994年12月3日离世。

在美国，每年直接死于这种本可预防的医疗差错的患者有98 000人，雷曼只是其中的一个。美国医学研究所2006年的一份报告估计，单用药错误伤害的美国人就至少有150万，而这种失误导致每年35亿美元额外的治疗费用。能够获得患者详细病史，以及相关药物信息（包括它们的毒副作用）的人工智能系统，将可能避免这种错误，甚至在涉及多种药物相互作用的复杂情况下。这种系统可以作为医生和护士的互动顾问，能够在用药给药前即时核查其安全性和有效性，尤其在医院工作人员都很劳累或分心的情况下，这将很有可能挽救病人的生命，同时省去不必要的痛苦和费用。

一旦人工智能的医疗应用发展到一定程度，即系统能真正作为始终提供高质量第二意见的顾问时，该技术将可以帮助控制医疗事故责

任带来的高成本。许多医生觉得有必要实施“防御性医疗”，并要求患者做所有想得到的检查，以保护自己免受可能遭到的控告。拥有最佳执业标准的人工智能系统中记录在案的第二意见，成了医生们的“避风港”，能为他们抵挡这种指控。结果可能是患者在不必要的医疗检查和扫描上减少了开支，还有使医疗事故保险费得以降低。[注]

进一步展望未来，我们可以很容易想象，人工智能将会给医疗服务方式带来真正变革性的影响。一旦机器证明它们能够提供准确的诊断和有效的治疗，那也许今后不再需要医生直接监督每位病人了。

就在沃森2011年取得《危险边缘》胜利后不久，我在《华盛顿邮报》一个专栏里写道，可能最终将创造出一类新的医疗专业人士，他们可能有四年制学士或硕士学位，主要训练与病人的交流和检查，然后将所得信息输入标准化的诊断和处理系统中。这些成本更低的新型从业者将能诊断很多常规病例，可以被用来帮助管理急剧增加的慢性疾病患者，比如肥胖症和糖尿病患者等。

当然，医生群体很可能会反对这些受教育年限较少的竞争者涌入。[注]但现实情况是，医学院的绝大多数毕业生都对大众医疗不是特别感兴趣，而且他们对服务国家的偏远地区更不感兴趣。各种研究都预测道，随着老医生的退休，未来15年内医生缺口将达20万，而《平价医疗法案》将带来多达3 200万新患者纳入医保体系，还有老龄化的人口也需要更多的护理。初级治疗医生将是短缺最严重的，因为通常背负各种助学贷款的医学院毕业生都一哄而上地选择到更赚钱的地方去工作。

这些新的从业者会被培训使用标准化的人工智能系统，这一系统集成了许多医生在近10年的强化训练过程中获得的大部分知识。在经过培训后，他们能够处理普通病例，同时把需要更专业治疗的患者推

荐给医生。大学毕业生将能从这条新的职业道路中受益颇多，尤其在智能软件越来越多地侵蚀了就业市场其他工作机会的情况下。

在有些医学领域里，尤其是那些不需要直接与病人互动的领域，人工智能的发展将带来生产率的显著提高，并最终可能带来全自动化。例如，放射科医师，被训练来解释各种医学扫描图像。图像处理和识别技术如今正飞速发展，可能很快就能占领放射科医生的工作岗位。软件已经可以识别Facebook上发布的照片，甚至在机场辨认潜在的恐怖分子。2012年9月，美国食品药品监督管理局批准通过了一种自动超声系统，用以检查女性的乳腺癌。该设备由U–Systems公司设计，旨在帮助识别大约40%乳房组织致密的女性是否患有肿瘤，而标准的乳房X光检查技术通常无法检查出这种情况。放射科医师仍需要解释图像，但现在只需约三分钟就可以做到。而与此相比，标准的手持式超声技术产生图像需要20~30分钟。

自动化系统也可以提供可行的第二意见。增加癌症检出率的一个非常有效但昂贵的方式是让两个放射科医师分别读取每张乳房X光检查图像，然后需要在任何一位医生发现异常的地方达成共识。这种“双读”策略能显著提高癌症的检测率，而且也大幅降低了被召回做进一步测试的患者的人数。2008年发表在《新英格兰医学杂志》（*New England Journal of Medicine*）上的一项研究发现，机器可以充当第二个医生的角色。当一个放射科医生配以计算机辅助检测系统时，其结果与两位医生分别解释图像一样好。

病理学是另一个人工智能正在入侵的领域。每年，世界各地有超过1亿的女性接受子宫颈抹片检查以筛查宫颈癌。这项检查需要将宫颈细胞放在显微镜载玻片上，然后由技术人员或医生对恶性肿瘤迹象进行检查。这个过程需要大量的劳动，每次检查花费可能高达100美元。但是，现在很多诊断实验室开始采用一种功能强大的自动成像系统，该系统由一家总部位于新泽西的碧迪（BD）医疗器械公司生产。在

2011年《石板》（*Slate*）杂志上发表的关于工作自动化的系列文章中，科技专栏作家法尔哈德·曼约奥（Farhad Manjoo）称碧迪的焦点GS成像系统是“医疗工程的奇迹”，其“图像搜索软件快速扫描载玻片，寻找100多种异常细胞的可视标志”。然后，系统“根据它们所包含疾病的可能性来排列载玻片”，最后“在每个载玻片上确认10处地方供人类仔细检查”。机器在发现癌症迹象方面比单靠人类分析员要好得多，而且检查速度大致增加了一倍。

医院及药房机器人

加利福尼亚大学医学中心位于旧金山的药房每天要准备1万人剂量的药物，但药剂师们从不接触药丸或药瓶。一个大规模自动化系统可以管理数千种不同的药物，并处理从存储和检索原料药供应到配送和包装单个药片的整个过程。机械臂从一排容器中不断拿出药丸，然后把它们放在小塑料袋里。每剂量的药放进一个单独的袋子，并有条形码标识出药物名称以及需要吃药的患者名字。然后机器会排好每个病人的日常用药顺序，把它们放到一起。随后，管理服药的护士会扫描剂量袋和患者手腕上的条形码。如果它们不匹配，或给药时间不对，警报声就会响起。其他三个专门的机器人会自动准备注射类药物，其中一个还会专门处理高毒性的化疗药物。该系统几乎完全把人排除在外，基本消除了人为错误的可能性。

加利福尼亚大学旧金山分校这个价值700万美元的自动化系统只是机器改造制药工业的其中一个引人注目的例子。而在药房和杂货店的零售药店里，已经出现了一些便宜得多的机器人，它们比自动售货机大不了太多。在美国，药剂师需要大量的训练（四年制博士学位），并且必须通过一个颇具挑战性的执照考试。他们的报酬优厚，2012年平均收入是11.7万美元。然而，尤其是在零售场所，许多工作基本上

是常规和重复性的，人们首要关心的问题是要避免潜在的致命的错误。换句话说，药剂师做的大部分事情都非常适合自动化。

患者的用药从准备到离开医院药房，这个过程今后将越来越有可能在运输机器人的看管下进行。这种机器已经被用来在大型综合医疗中心的走廊上来回巡视，照管着送运的药品、实验室样本、病人饭菜和干净的床单。它们能绕开障碍物，并且会乘坐电梯。2010年，加利福尼亚山景城的艾卡米诺医院从Aetheon公司以每年35万美元的费用租用了19台运输机器人。据医院的一位管理者称，雇用人力做同样的工作每年将花费超过100万美元。2013年年初，通用电气宣布计划开发能够定位、清洗、消毒和运送数千种手术工具的移动机器人。这些手术工具被标记了射频识别（RFID）定位芯片，便于机器找到它们。

除了药店和医院物流配送等领域，自动机器人迄今在其他领域的进展相对较少。手术机器人已被广泛使用，但它们是用来扩展外科医生的能力，而且机器人手术费用实际上要超过传统方法。打造更加强大的手术机器人的一些前期工作正在进行。例如，I–Sur项目是欧盟支持下由欧洲研究人员组成的联盟，他们尝试将一些基本的程序，比如穿刺、切割和缝合等实现自动化。尽管如此，在可预见的未来，如果对任何病人在没有医生在场和介入的情况下做这种侵入性操作似乎是不可想象的，所以即使这种技术最终可以实现，节省下的任何成本充其量都是微不足道的。

老年人护理机器人

所有发达国家，以及许多发展中国家的人口都正在迅速老龄化。到2030年，美国预计将有超过7 000万老年人，约占总人口数的19%。而在2000年时，这一比例仅为12.4%。在日本，长寿加上低出生率使问题变得更加严重，到2025年，全国人口的1/3将超过65岁。不断增加

的移民可能有助于缓解这一问题，但日本人又有一种排外情绪。这样一来，日本目前老年人护工已至少缺口70万，而且未来几十年这种短缺还将更加严重。

这种全球人口失衡的冲击正在为机器人领域创造最大的机遇：开发出一种帮助照顾老人的经济实惠的机器。在2012年的喜剧电影《机器人与弗兰克》（*Robot & Frank*）中，讲述了一位老人和他的机器人看管之间的故事，让我们看到了未来发展的样子。影片的开头告诉观影者，故事的发生被设定在“不久的将来”。机器人表现出了非凡的灵活性，能进行智能对话，基本上表现得跟人一样。有一次，一个杯子从桌子被碰掉，机器人立即过去在半空接住，恐怕这一点不是“不久的将来”的情形。

但事实上，老年人护理机器人如今存在的主要问题是，它们实际做不了这所有的一切。初步取得的进展主要是，制造出了提供陪伴服务的机器人小海豹帕罗这样的治疗宠物（售价高达5 000美元）。还有一些其他的机器人能抬起和移动老人，给人类看护人员减少了大量的体力劳动。但是，这样的机器价格高昂而且笨重，可能是它们所抬举的人的10倍之重，因此很可能主要用于养老院或医院中。所以，建造一种帮助个人使用卫生间的足够灵巧的低成本机器人仍是一个非常艰巨的挑战。能够完成具体任务的实验机器人已经出现了。例如，佐治亚理工学院的研究人员创建了一种具有柔软触感的机器人，可以给患者带来非常舒服的床浴。但是，要创造价格实惠的多功能老年人护理机器人，使它们自动帮助几乎完全依赖别人的老人，可能还在遥远的将来。

无法跨越这种技术屏障的一个结果是，尽管理论上存在巨大的市场机会，但关注老年人护理机器人的创业公司相对较少，而且流向该领域的风险资本也极少。最大的希望几乎可以肯定是来自日本，这个国家濒临老龄化危机的边缘，而且不像美国，它并不反对行业和政府

之间的合作。2013年，日本政府发起一个项目，开发价格低廉的单任务机器人设备帮助老年人和他们的看护者，其中政府承担了2/3的费用。

也许在日本，迄今为止最了不起的老年人护理方面的创新是混合辅助肢体（HAL），它是由科幻小说而来的外骨骼动力服。该装置是日本筑波大学教授三阶吉行（Yoshiyuki Sankai）20多年的研发成果。服装里的传感器能够检测和解释大脑发出的信号。当人穿着这套电池供电的服装想要站立或行走时，强大的马达会立即发动起来提供机械助力。还有一套服装可以用于上身，能帮助护理员抬起老人。坐在轮椅上的老人已经能够借助动力服站起来走路。三阶吉行的名为“生化人”（Cyberdyne）的公司还设计了一个更强大版的外骨骼，供2011年福岛第一核电站灾难之后工人们清理时使用。该公司表示，这套外衣几乎完全卸去了工作人员要穿的130多磅的钨辐射屏蔽装备。[注]混合辅助肢体是日本经济产业省（METI）认证的第一个老年人护理机器人设备。这种外衣的租用每年花费不到2 000美元，而且它已在300多家日本医院和疗养院投入使用。

其他一些近期发展可能包括协助移动的助行机器人，以及能够拿药送水或寻找像眼镜这样常放错位置的物件的廉价机器人。（这很可能通过在物品上贴上射频识别标签实现。）能帮助跟踪和监视患有痴呆症病人的机器人也正在出现。远程监控机器人，让医生或护理者与患者能够进行远程互动，已经在一些医院和医疗机构使用。这种类型的装置相对容易开发，因为它们不需要多大的灵巧度。近期的护理机器人主要将与机器辅助、监督和交流有关。可以真正独立执行有效任务的廉价机器人将晚些才能实现。

考虑到能真正自主照顾老年人的机器人在不久的将来不太可能实现，那就似乎可以合理地预料到未来将可能面临疗养院工人和家庭医护助理短缺的问题，这将很大程度上抵消掉其他经济部门因技术驱动

造成的失业问题。也许就业将会简单地转移到健康和老年人护理部门。美国劳工统计局预测，到2022年，将有58万个人护理和52.7万注册护士的新就业机会出现（这两个是美国增长速度最快的职业），还有42.4万家庭医护助理和31.2万护工的岗位。总共加起来大约有180万个就业岗位。

这听起来像是一个大数目。但是别忘了，根据经济政策研究所估计，到2014年1月美国因大衰退仍短缺790万个就业岗位，其中包括经济衰退期间丢失且尚未恢复的130万个岗位，以及另外660万个从未创造出的岗位。换句话说，如果那180万个工作岗位今天都出现的话，它们也只能填补大约1/4的就业岗位短缺。

当然，另外一个因素是这些工作报酬很低，不是特别适合大部分人。据劳工统计局称，2012年，家庭医护助理和个人护理岗位的中等收入不到21 000美元，需要的教育水平则是“低于高中”。大部分工人可能缺乏在这个行业里发展所必需的热情。如果工人不喜欢自己冲压零件的工作，这是一回事。如果他鄙视自己照顾依赖别人的老年人的工作，这就是一个大问题。

假设劳工统计局的预测是正确的，这些工作确实大量涌现了出来，那还有一个问题是，谁将实际支付这些工人工资。几十年来停滞不前的工资，从固定收益养老金向通常资金不足的401（k）计划过渡，会使很大一部分美国人处于相对不安全的退休状况。当老年人到了需要个人日常护理的时候，只有相对较少的人可能会有私人收入来雇用家庭医护助理，即使这些工作的工资仍然很低。最终，这些极有可能变成医疗保险或医疗补助计划支持的准政府任务，因此这更像是一个问题，而不是一个解决办法。

数据力量的释放

正如我们在第四章中看到的，大数据革命带来了新的管理思路以及显著提高的效率。事实上，所有这些数据日益增加的重要性可能为其在医疗领域的巩固给出了强有力的理由，或者建立起某种机制在保险公司、医院和其他供应商之间分享数据。要访问更多的数据很可能意味着更多的创新。正如目标公司能够根据客户的采购行为来预测妊娠，医院或保险公司可能也会通过大数据发现具体的可控因素和患者愈后良好可能性之间的相关关系。美国电话电报公司因赞助贝尔实验室而出名，20世纪信息技术最重要的进展就在于此。也许一家或多家有足够规模的医疗保险公司可以扮演类似的角色，不同的是，创新不是来自实验室的修修补补，而是来自对具体患者和医院运营数据的持续分析。

被植入或附着在患者身体上的医疗传感器将是另一个重要的数据来源。这些设备将持续产生生物体信息流，可以用在慢性疾病的诊断和管理中。最有前途的一个研究领域是设计出能够监测糖尿病人血糖的传感器。这种传感器可以通过智能电话或其他外部设备实现通信，在患者血糖水平超出安全范围时能做出即时提醒，使患者免于接受不舒服的血液测试。许多公司已经生产出可以嵌入在病人的皮肤下的血糖监测仪。2014年1月，Google宣布其正在开发一种隐形眼镜，它包含一个微小的血糖检测仪和无线芯片。这种眼镜将通过分析眼泪持续监测血糖水平。如果患者的血糖过高或过低，一个微小的LED（发光二极管）灯就会亮起，提供即时警报。消费电子设备如苹果手表，于2014年9月正式公布，同样会产生大量健康相关的数据。

医疗保健费用和功能失调的市场

2013年3月4日的《时代周刊》上发表了一篇由史蒂芬·布里尔（Steven Brill）写的封面文章，题为“苦涩的药丸”（*Bitter Pill*）。文

章探讨了美国不断增长的医疗费用的动因，并举了一个个例子证明有些根本只能直接归类为价格欺诈，比如在当地药店或沃尔玛都可以买到同样的乙酰氨基酚片，但它们的价格可能相差100倍。常规血液检查，医疗保险将支付大约14美元，但其标价高达200美元甚至还要多。医疗保险定价800美元的CT（计算机断层）扫描，其价格虚涨到超过6 500美元。本来以为是可怕的心脏病，结果证明只是胃灼热，这个过程就花去了17 000美元，这还不包括看医生的费用。

几个月后，《纽约时报》的伊丽莎白·罗森塔尔写了一系列文章，基本上与上述内容相似：一个需要简单缝三针的伤口要花掉2 000多美元。小孩额头上的一点点皮胶要价超过1 600美元。一个病人购买一小瓶局部麻醉剂被要价将近80美元，而网上购买的话只需要5美元。罗森塔尔指出，医院大批量购进这些药品，支付的可能会少得多。

两位记者都发现，这些漫天要价一般都源自一份模糊而且往往秘而不宣的巨型价目表，被称为“收费总览”（chargemaster）。上面所列的价格与实际成本没有任何有逻辑或有意义的关系。这份价目表唯一确定的地方就是里面的价格非常、非常之高。布里尔和罗森塔尔还发现，收费总览被滥用最严重的情况出现在没有医保的病人身上。医院一般要求这些人付全价，而如果患者不能或不愿支付时，医院就会很快雇收账人催债，甚至提出诉讼。然而，主要的医疗保险公司，也越来越多地在收费总览的价格折扣基础上计费。换句话说，费用首先被抬高，很多情况下抬高10倍，甚至100倍，然后再根据保险公司的讨价还价进行打折，比如30%，甚至50%。想象一下，一加仑牛奶标价40美元，谈下50%的折扣后以20美元买下。因此，医院收费是美国医疗费用持续飞涨最重要的一个驱动力也就不奇怪了。

历史对我们最重要的一个启示是，技术进步和运作良好的市场经济之间有着强大的共生关系。健康的市场会激励有意义的创新和生产效率的不断提高，而这一直是我们繁荣的原动力。[注]最聪明的人都明

白这一点（在讨论这点时很可能会提到史蒂夫·乔布斯和iPhone）。但问题是，医疗保健的市场是破碎的，还没有哪项技术可能会降低成本，除非该行业的结构性问题能得到解决。

我认为，有关医疗市场的性质，以及有效的市场定价机制应该在哪里发挥作用还存在很多困惑。很多人愿意相信医疗保健是一种正常的消费市场：只要我们别让医疗保险公司，尤其是政府参与进来，而是把决定权和成本都推给消费者（或患者），那么我们就能得到与其他行业类似的创新和成果（在这里史蒂夫·乔布斯可能会被再次提到）。

但现实是，医疗保健与其他消费产品和服务市场根本没有可比性，这一点人们已经明白半个多世纪了。1963年，诺贝尔经济学奖得主肯尼斯·阿罗（Kenneth Arrow）写了一篇论文，详细说明了医疗保健与其他商品和服务的不同之处。其中，阿罗的论文强调了一个事实，那就是医疗费用非常难预测，而且往往很高，消费者既不能用他们现有的收入支付，也不能像买其他大件商品一样提前有效地计划支出。医疗服务在你买下之前不能被检验，它不像逛无线商店那样能试一下所有的智能手机。在紧急情况下，患者可能失去意识或马上死去。不管怎样，整个医疗保健领域都很复杂，需要大量的专业知识，因此普通人没有这种决定权。医疗服务人员和病人之间根本没有一点平等可言，正如阿罗所说，“双方都知道这种信息的不平等，而他们的关系就是由这一点所渲染起来的”。最重要的是，主要医疗和住院服务的高成本、不可预测性以及复杂性让有些保险模式在医疗保健行业中变得必不可少。

同样重要的是要明白，医疗保健支出高度集中在少数病得很严重的人身上。国家医疗保健管理研究所2012年的一份报告发现，仅占人口1%的生病最严重的人，其医疗支出占全美总支出的20%。2009年，近一半的开支，约6 230亿美元用于总人口中生病最严重的5%的人。

事实上，在美国，医疗保健支出有着同收入一样的不平等。如果你画一个图，看起来会非常像我在第三章中描述的赢家通吃/长尾分布。

支出高度集中问题的重要性再怎么强调也不过分。我们把所有钱都花在病得最严重的这个小群体身上，他们显然没有资格与医疗保健服务人员去议价，我们也不希望巨额的财务责任都落到他们身上。我们要使之发挥作用的“市场”，是存在于医疗机构和保险公司之间的，不存在于医疗机构和患者之间。布里尔和罗森塔尔的文章告诉我们的一个重要教训是，市场之所以功能失调，是因为保险公司和医疗机构之间的权利不平衡。虽然个别消费者可能理所当然地认为医疗保险公司很强大和专横，但现实是，相对像医院、医生和制药行业这些医疗机构来说，保险公司在多数情况下都太弱小了。而随着医疗机构之间越来越多的合并，这种不平衡正在逐步恶化。布里尔的文章指出，随着医院越来越多地抢购“医生诊所和竞争性的医院，它们对保险公司的砝码也在不断增加”。

想象一下，不久的将来，一位医生拿出强大的平板电脑，只需触摸几下屏幕，就能做一系列的医疗测试和扫描。一旦测试完成，其结果会立即传送给她的设备。如果患者需要进行CT扫描，或者可能需要核磁共振检查，得到的结果还将带有人工智能应用进行的详细分析。软件会指出扫描中出现的所有异常，并通过访问庞大的病历数据库和参照类似的病历，来做出进一步治疗的建议。医生可以清楚地看到如何给患者治疗更合适、可能会出现的问题，以及最后的结果等。当然，所有这一切都是高效而又便捷的，应该会给患者带来更好的结果。这就是令技术乐观主义者们所兴奋的革命即将在医疗保健领域展开的那种情景。

现在假设医生在执行测试或扫描的诊断公司有经济利益，或者是医院买下了医生的诊所，并拥有了测试设备。测试和扫描的价格完全

脱离了实际成本，反正它们是列在收费总览上，其利润极高。每当我们的医生轻触她的屏幕，她就能大赚一笔。

虽然这个例子在这里是虚构的，但已有相当多证据表明，新的医疗保健技术往往会导致更多的消费，而不是提高生产率。主要的原因是目前还没有有效的市场定价机制来推动效率提高，在缺乏市场压力的情况下，医疗机构往往投资于能增加收入的技术，而非提高效率的技术，或者在确实提高了生产力的情况下，它们也只想维持利润，而不是降低价格。

技术投资推动医疗保健价格虚涨的一个典型例子可能是目前正在制造的用于治疗前列腺癌的“质子束”（proton beam）设备。詹妮·金在《恺撒健康新闻报》2013年5月发表的一篇文章中指出，“尽管一直在努力控制医疗保健支出，但医院仍在竞相创建昂贵的新技术，即使这样的设备并不一定比便宜的那些好”。文章描述一台质子束设备为“一座由水泥包住的、足球场大小的建筑，标价超过2亿美元”。这项昂贵的新技术的理念是，会给患者带来较少辐射，但还没有证据表明质子束技术比便宜的方法能带来更好的治疗效果。医疗保健专家埃泽基尔·伊曼纽尔（Ezekiel Emanuel）医生说，“没有证据表明医疗保健方面需要这些技术，用它们只是为了获得利润”。

对我来说，似乎很明显，医疗保健领域的大规模技术进步相比其他行业（比如快餐）原则上更能让美国人民的生活优裕起来。毕竟，更低的价格和医疗保健效率的提高将可能直接带来更好的生活和更长的寿命。更便宜的快餐则很可能反其道而行之。然而，快餐业有运作良好的市场，而医疗保健却没有。只要现在这种情况继续下去，单靠加速的技术就想遏制飞涨的医疗费用就太过乐观了。鉴于这一现实，我想先暂时绕开对技术的探讨，提出两种有助于纠正保险公司和医疗机构之间力量失衡的备选策略，希望让市场和技术共同作用以带给我们期待的变革。

巩固医疗保健行业，把医疗保险当作一种公用事业

从对医疗机构收费的分析中得到的其中一个主要信息是，国家老年人医疗保险制度（Medicare），这个为65岁以上老人设置的政府支持计划，是目前美国的医疗体系中最有效的部分。如布里尔所写，“除非你受医疗保险保护，否则医疗保健市场根本就不是个市场，它是一场冒险”。《平价医疗法案》（奥巴马医改）的实施，对之前没有保险的人来说情况肯定会改善，但在积极遏制医疗费用方面，该法案做得相对较少。相反，虚增的费用将转嫁到保险公司，然后以补贴中等收入人群医疗保险的形式最终转移到纳税人头上。

医疗保险在控制大多数与患者相关的费用方面相对有效，而且在行政和管理费上比私人保险公司支出的要少得多，因此有人提议将该计划扩展至包括每一个人，实际上就是创造一个单一支付系统。这是其他很多发达国家所遵循的道路，它们在医疗保健上的支出远比美国低得多，而且按照一些指标，比如从寿命和婴儿死亡率来看，一般结果要更好。虽然由政府管理的单一支付系统既有逻辑也有证据支持，但一个无法逃避的现实是，这一想法在意识形态上让美国大约一半的人无法接受。使用这样的系统也可能会导致几乎整个私人医疗保险机构的消亡，但考虑这一行业巨大的政治影响力，这一点似乎不太可能发生。

单一支付系统，在实践中一般被认为是由政府运营的，但在理论上，并不是非得如此。另一种方法可能是将所有的私人保险公司合并成一家国有企业，然后受到严格的监管。参照的榜样就是20世纪80年代破产前的美国电话电报公司。这里的中心思想是，医疗保健在很多方面类似于电信系统：它在本质上是一种公用事业。像供水和卫生设施系统或国家电力基础设施一样，医疗系统并不是孤立的，它是一个系统性行业，其高效运行对经济和社会都很关键。在许多情况下，提

供公用事业服务会导致自然垄断的情况。换言之，市场只有一家公司运营时系统才是最有效的。

有关这个主题的一个更有效的方法可能是允许少量大型竞争性保险公司的存在，其实就是防止寡头垄断。这是将竞争的元素注入到了系统中。这些公司还要足够大，这样可以在与医疗机构谈判时有明显的市场支配力，而且它们别无选择，只能在提供优质护理服务方面进行竞争，因为它们的声誉将决定它们的成功。行业的严格监管还将限制价格上涨，防止企业从事不良行为，比如，专门为年轻健康的患者设计保险计划或是提供一些不合格的保障计划等。相反，它们现在将不得不把重点放在真正的创新和效率上。

把现有的保险公司整合成为一家或多家受到监管的“医疗保健公用事业”，可能在保护行业的同时兼具单一支付系统的很多优点。私人保险公司不但没有被摧毁，它们的股东还可能看到因全行业整合带来的收益。当然，进行整合的机制还不得而知。或许政府可以发行少量的经营许可证，甚至可能像为通信电磁频谱做的那样举行一个拍卖会。

设定“全支付”价格

另一种也许更可行的策略是实施“全支付”制度，该制度实质上就是政府为医疗机构制定收费价格清单。如医疗保险规定其支付的价格一样，全支付制度为所有接受特定医疗机构服务的患者所做的也是如此。全支付方式在很多国家的医疗保健系统中都在使用，包括法国、德国和瑞士。在美国，马里兰州的医院也在使用这样的系统，该州医疗费用增长相对缓慢。在执行全支付制度过程中，有一些细节的差别。价格的设定可能是通过医疗机构和支付人之间的集体协商，或在分析特定医院的实际成本后，由一个监管委员会设定。

由于全支付系统对所有患者强制执行相同的价格，因此在美国对自费患者和有公共系统覆盖的人群之间的成本转移具有重要的意义（美国的公共系统包括针对低收入人群的医疗补助计划和针对65岁以上人群的医疗保险计划）。在设定了单一价格后，公共价格不得不大幅上涨，给纳税人带来更大的负担。自费保险患者，还有就是没有保险的人，通常会从更低的价格中受益，因为他们不用再补贴公共项目。马里兰州的项目情况便是如此。(注)

在我看来，一个更简单的，可能更为直接的节省办法是设置一个全支付上限，而不是一个具体的价格。例如，假设上限设置为医疗保险费用加50%。以布里尔文章中一个例子来说，一项血液检查医疗保险支付14美元，那该检查定价最多到21美元，永远也不可能达到200美元。有足够市场力量的保险公司仍可以自由地协商低于上限的价格。这种办法立即就能解决过高收费问题，只要上限设置足够高，还是会给医疗机构带来足够收入的。由美国医院协会公布的2010年的情况说明书称，医疗保险“在2009年医保病人的医疗费用中每1美元支付了90美分”。如果行业自身的游说组织说，医疗保险覆盖90%的医疗费用，那就要设置比医疗保险率足够高的上限来允许成本转移以弥补那缺失的10%。(注)全支付上限也很容易执行，因为它直接依据的是已经发布的医疗保险费用。

最有望控制医疗费用的一个方法，在目前的环境下正取得一些成效，那就是从有偿服务模式转向“责任医疗”系统，即医生和医院被付以固定的费用来管理患者的总体健康状况。这种方法的其中一个主要优点是，它会重新调整对创新的激励方向。新兴技术不是用来按照固定清单继续提高费用的一种新方式，而是有潜力来降低成本和提高治疗效率的。但是，要做到这一点的关键是要将更多与病人护理相关的财务风险从保险公司（或政府）转移到医院、医生及其他医疗机构。不用说，后者不太可能自愿接受这些增加的风险。换句话说，为了成

功向责任医疗过渡，我们仍需要解决保险公司和医疗机构之间往往存在的市场力量失衡的问题。

若想控制美国不断增加的医疗费用，我认为可能有必要采取我所介绍的两种一般策略中的一种。我们将必须采用单一支付制度，让政府或是一家或多家大型民营企业在医疗保险市场中发挥更多的议价权，或者另一个办法，我们需要有监管机构来直接控制支付给医疗机构的费用。在这两种情况下，大步迈向责任医疗模式都可能是解决方案的重要组成部分。这两种方法以各种形式组合在一起，已在其他发达国家成功使用。总之，想要把政府排除在外，让患者像买杂货或智能手机的消费者那样，以一个纯粹“自由市场”的方式是绝对行不通的。如50多年前肯尼斯·阿罗所说，医疗保健就是与其他的市场不一样。

这里并不是说这两种方法都没有大的风险。它们都依赖监管者要么来控制过高的价格，要么来设定支付医疗机构的价格。涉及监管就有一项明显的风险，有实力的公司或行业可能会施加影响，让政府政策对它们有利。这方面的尝试已经在医疗保险上成功了，它被专门禁止利用其市场支配力来协商药品价格。世界上几乎只有美国是这种情况，其他所有国家的政府都与制药公司协商价格。其结果就是，美国人实际上补贴了世界其他地方降低的药品价格。2006~2009年这三年间，美国“处方放弃”现象的发生率上升了68个百分点。这种情况是患者要求医生开处方药，但看到药品价格时便放弃购买了。这件事情让我有些费解，为什么美国人对此没有觉得更加烦恼，尤其是那些草根的保守派。毕竟，茶党的兴起就是源于里克·桑特利（Rick Santelli）在消费者新闻与商业频道（CNBC）上大力抱怨谴责无法还清抵押贷款的人可能要由纳税人来救济的事实。而现在的事实是，美国人在承担着世界其他地方制药费用的重担，甚至包括一些人均收入显著高于美国的国家，为什么普通美国人没有对此感到不满呢?

尽管存在这样的问题，医疗保险还是能提供优质的医疗服务，且费用比高度分散的私人保险机构明显要低。换句话说，我们不应该让“完美”成为“优秀”的敌人。尽管如此，医疗保险被禁止与制药业协商价格理应受到更多的公众监督。该行业辩称说，美国药品价格高是有必要的，这样才能资助进一步的研究。但是可能还有更有效、当然也是更公平的方法来确保药物研究得到资助。[注]对联邦药品管理局的新药物检测和批准的程序进行改革或简化的可能性也必然存在。

医疗保险的另一个问题，也是直接触及本书主题的一个问题是，浪费容易来自直接针对老年人做的产品广告，它们直白地让患者向自己的医生要处方药，然后又让医疗保险出来几乎全部埋单。政府的一项审计发现，用医疗保险购买电动踏板车的老年患者中高达80%实际上并不需要，甚至还有可能损害他们的健康。2011年，两家最大的电动踏板车制造商在对医保患者的广告上花费超过1.8亿美元。这是又一个值得密切关注的问题，因为我们已经看到，有可能很快就有大量针对老年人提供的家庭协助机器人设备问世。这样的技术进步有可能会提高老年人的生活质量，降低护理成本，但不能再让我们花钱购买那些不需要甚至有害的东西。数百万老年人舒舒服服地坐在那儿，看广告告诉他们，医保会很乐意帮助他们购买能找到电视遥控器的机器人，这种令人恐怖的情形该让我们歇口气了。[注]

虽然人工智能和机器人技术在医疗保健领域最近的应用成绩显著且发展迅速，但它们在很大程度上只是刚触及医疗费用问题的边缘。除了药剂师，以及可能的专门分析图像或实验室标本的医生或技术人员的工作之外，要将大多数熟练的医疗保健工作者的工作自动化仍然是一个巨大的挑战。对那些寻求相对不受自动化威胁的工作的人来说，一份需要与患者直接互动的熟练医疗保健职业是一个很好的选择。这种情况在更远的未来可能会发生改变。我认为，今后的20年或30年，不可能再自信地说技术到底会有怎样的可能性了。

技术当然不是唯一的考虑因素。医疗保健比其他任何经济部门都要更多地受到政府一系列复杂规章制度的制约，比如食品药品监督管理局以及一些许可证发证机关等。每一个举动，每一个决定，如果出现了错误，或只是造成了一个不幸的结果，那就有可能受到起诉。即使在零售药剂师中，自动化对就业的具体影响也并不明显，究其原因可能是因为规定的存在。法尔哈德·曼约奥采访了一位药剂师称，“大多数药剂师被雇用只是因为法律规定，配药必须有药剂师在场”。这一点至少目前来说可能有些夸张。新产生的药剂师的就业前景在过去10年已经显著恶化，而且情况可能会变得更糟。2012年的一份分析报告确定了“新的药学毕业生面临的潜在失业危机”，并表明失业率可能会达到20%。但这可能很大程度上是因为药学院大量扩招导致进入就业市场的新的毕业生人数激增。[注]相对于其他大多数职业，医护人员因为一些因素无疑能享受超高的就业保障，而这些因素与使他们工作自动化的技术挑战完全无关。

这对医护人员来说可能是好消息，但如果技术冲击着其他就业部门，而对医疗保健费用影响甚微的话，那我们所面临的经济风险将被放大。在那种情况下，随着技术进步在其他行业继续带来失业和日益增加的不平等，以及造成大部分工人收入停滞不前，甚至下降，那飞涨的医疗费用的负担将变得更加难以为继。这一预想使有效地改革保险公司和医疗机构之间市场力量的失衡变得更为重要，这样技术进步可以被充分利用来作为提高整个医疗机构效率的机制。如果不这样的话，我们就会面临市场经济最终由一个低效率且没有运作良好的市场的部门来主宰的风险。

控制医疗费用的负担尤其重要，因为正如我们将在第八章中看到的，美国家庭最不希望发生的事就是他们的可自由支配收入不断流失。事实上，收入停滞和日益加剧的不平等正在破坏广泛的消费需求，而消费需求对经济持续增长是至关重要的。

到目前为止，我们主要关注了技术可能改变现有就业部门的方式。在下一章中，我们将向前跨越10年或更久，想象一下充满全新技术和产业的未来经济将是什么样子的。

---

1. 这里有一个问题，就是法律责任是否会简单地转移到人工智能系统的制造商身上。由于这样的系统可能被用来诊断几万甚至几十万的患者，因此它为差错承担的潜在责任可能是巨大的。然而，美国最高法院在2008年里格尔诉美敦力公司的诉讼案中裁定，医疗设备制造商如果其产品已得到食品药品监督管理局（FDA）的批准则免受诉讼。也许类似的推理也将扩展至诊断系统。另一个问题是，之前试图为医生制定“避风港”法律的尝试遭到了辩护律师的强烈反对，而他们拥有很大的政治影响力。

2. 在美国的17个州，拥有高学历的护士从业者已经能够打破这种政治反对，并且很可能构成未来初级治疗领域的一个重要组成部分。

3. 三阶吉行为其专注于老年人护理领域的公司所起的名字似乎有些古怪。当然，在《2001太空漫游》中，HAL是不愿打开分离舱门的不友好的计算机。“生化人”是《终结者》电影中建立天网的虚构公司。也许公司是把目光投向了其他市场。

4. 举个例子，苏联被一致认为当时拥有一些全世界最优秀的科学家和工程师，能够在军事和空间技术方面做出斐然的成绩，但他们始终未将创新的成果普及到民用经济中，很大程度上是因为没有一个有效的市场。

5. 在美国，宪法赋予建立单一支付系统的权利，不管它是由政府还是私人公司运行，都可能源于政府有能力向每个人收税来支付该系统。因此，保费全部或部分将由政府承担。《平价医疗法案》里的保险补贴已经是这样的情况了。换句话说，联邦政府可以迫使每个人交税来支付单一支付系统，但它不能禁止类似的私人系统的出现。因此，对那些愿意并能够从口袋里掏钱支付的人，仍可能有为他们提供的额外服务，就像有私立学校一样。这与加拿大的系统不同，那里大多数私人医疗服务被禁止，导致一些加拿大人到美国来寻求医疗保健服务。

6. 马里兰州有允许支付更高医疗保险的特殊豁免，目前已实行了30多年。截至2014年，马里兰州已经在《平价医疗法案》支持下开始实行一种新的实验系统。除了设定全支付费用，新方案还将对人均医疗支出设置明确的上限。该州预计在5年的时间内节省3.3亿美元的医疗费用。

7. 同样一份情况说明书显示，医疗补助（对穷人的医疗保健项目）实际支付医疗费用的89%。

8. 有一个涉及授予药品制造商专利的相关问题。专利能长期防止引进便宜的仿制药品。许多经济学家都认为，药品专利制度是非常低效的。其他国家还是有可能运用价格协商机制使药品专利无效，让美国人的负担更重。经济和政策研究中心2004年发布了一

份简报，里面概述了这些问题，并提出了一些资助药品研究更有效的方法。具体细节请参照相应的脚注。

9. 需要处方完全是因为患者不能（或不能被信任）为自己做出这些决定。那么，为什么我们允许制药公司和医疗设备制造商直接向患者做广告呢？

10. 还有一个猜测是，技术通过带动更多的人投入到这个行业，间接造成了药学毕业生黯淡的就业前景。在新千年的第一个10年，近50所新的药学研究生院成立（增长了60%），且现有的项目也大幅提高了入学率。到2016年，新毕业的药剂师可能每年达到15 000名，这比2000年授予学位数的两倍还要多。类似（甚至可能更极端的）情况发生在法学院，而法学院招生泡沫正在众人的瞩目下破裂。法学院一直是文科学位赚钱的一条路。药剂学对本科生物学学位来说也差不多。可能这些专业学位飙升的需求是因为大学毕业生的其他好机会已然蒸发。由于其他更好的选择相对较少，高校毕业生纷纷涌向法学院或药学院，而这一产业以扩大招生作为回应，最终产出的毕业生人数远远超过市场可以吸收的数量。无论是制药还是法律也都直接受到了自动化的影响，这一事实让情况更加难以为继。我预计接下来将产生泡沫的是：MBA学位。

第七章
技术与产业的未来

YouTube于2005年由三个人创建，不到两年后，该公司被Google以大约16.5亿美元的价格收购。当时YouTube的员工只有65名，大部分是高技能工程师。这样算来，每个YouTube员工的估值超过2 500万美元。2012年4月，Facebook以10亿美元收购了新兴图片分享公司Instagram，该公司的员工为13名。也就是每个员工的估值大约7 700万美元。两年后的2014年2月，Facebook再出大手笔，这次是以190亿美元收购移动通信公司WhatsApp，WhatsApp有55名员工，每名员工的估值达到惊人的3.45亿美元。

在这些案例中，员工估值的飙升生动地演示了加速发展的信息和通信技术是如何发挥杠杆效应，并将一小部分劳动力的努力变成巨大的投资价值和收入的。更重要的是，他们以令人信服的证据描述了技术与就业之间的关系所发生的变化。人们广泛持有一个信念（这种信念至少可以追溯到工业革命），认为虽然技术确实破坏就业、企业甚至整个行业，但技术也将创造全新的职业，而这种持续的“创造性破坏”的发展过程将催生新的产业和就业部门，而且往往是在一些我们还不能想象的领域。一个经典的案例便是20世纪初汽车产业的兴起，随之而来的是马车制造企业的消亡。

然而，正如我们在第三章所看到的，信息技术发展到目前的地步已经成为一种了不起的效用，就好比电力。不充分利用这项强大的新工具以及随之而来的广泛的机器智能，很难想象新兴产业能够成功。其结果是，新兴产业很少会是高度劳动密集型的。随着这种创造性破坏的展开，“破坏”将主要降临在传统领域如从事零售和食品制作的劳

动密集型企业，而“创造”将产生新的企业和产业，而它们却根本不雇用很多人，对于整个就业的威胁由此产生。换句话说，经济很可能正朝着一个临界点发展，过了这个点，新创造的就业机会将会持续偏少，无法满足劳动力的总体需求。

当然，YouTube、Instagram和WhatsApp这些例子都是直接从信息技术部门摘取出来的，这个部门不需要庞大的劳动力就可以产生巨大的估值和收入。为了说明类似的现象很可能更广泛地出现，让我们深入分析一下，来看看两项在未来具有无限潜力的具体技术：3D打印和自动汽车。两者都将在未来10年左右的时间内产生巨大影响，并可能最终在就业市场和整个经济中引发剧变。

3D打印

3D打印（three–dimensional printing），也称为增材制造，采用计算机控制的打印头，通过反复堆积薄层材料，组合成固态物体。这样的逐层制作方法使得3D打印机能轻松地造出具有曲线和镂空的物体，对于传统的制造技术来说这可能是困难甚至不可能的。塑料是最常见的制作材料，但一些机器也能够打印金属及数以百计的其他材料，包括高强度复合材料、弹性橡胶状物质乃至木材。最先进的打印机能够组合成包含多达十几种不同材质的产品。也许最引人注目的是，3D打印机可以打印出很复杂的设计，比如包含互锁或运动部件的单个单元，不需要另做任何组装。

3D打印机堆积材料层要么是按照设计，要么仅仅是通过使用3D激光扫描仪或像CT扫描这样复杂的工具复制现有物体。深夜喜剧演员杰·雷诺（Jay Leno）是一位古董车发烧友，他就采用这种技术来生产替换的汽车配件。

3D打印非常适合生产高度定制化的“一次性”产品。该技术已经被用来制作牙冠、骨植入物体，甚至假肢。它也经常用于制作设计原型和建筑模型。

围绕3D打印有着铺天盖地的新闻，尤其是关于它有可能颠覆传统的以工厂为基础的制造模式。这样的猜测大多是考虑到大量廉价台式打印机的出现。有些发烧友认为，未来将是广泛自主制作的时代，那时候几乎每人都有一台3D打印机，并使用它来制作任何他需要的东西。其他人则设想未来会看到全新的工艺基础（或“制造者”）经济的崛起，小公司将以更加个性化、本地化的产品取代大批量的工厂生产。

我认为有充分的理由对这样的预测持怀疑态度。最重要的原因是，3D打印带来的高度定制化是以牺牲规模经济为代价的。如果你需要打印几份文档，你可以用家里的激光打印机。但是，如果你需要打印10万份，使用商业打印机将更具成本优势。3D打印与传统制造之间本质上涉及相同的权衡关系。打印机本身的价格在迅速下降，不等同于打印过程需要使用的材料价格同样下跌，特别是如果需要塑料之外的材质。机器速度比较慢，消费者使用一台3D打印机制作一个实实在在的固体对象可能需要几个小时。我们使用的大多数产品未必能从完全的自定义模式受益，而标准化模式往往有着重要的优势。3D打印可能是用来为你的iPhone制作一个自定义保护壳的好办法，但你似乎永远不大可能用它来打印手机本身。[注]

如果价格低廉的桌面打印机真的变得随处可见，这类机器所对应的制成品市场可能会受到破坏。这时候，该市场价值仅存在于这些产品的数字设计当中。一些企业家可能会通过销售这样的设计获得成功，但市场几乎肯定会演变为其他数码产品和服务所面临的赢家通吃的格局。针对几乎任何可以想见的产品，也将会出现海量可供下载的免费或开放式设计。总之，个人3D打印的未来可能会和互联网差不

多：有大量的免费或廉价物品供消费者选择，但对于绝大部分人来说，用它们来创造大笔收入的机会少之又少。

这并非否认3D打印将是一项变革性的技术，真正的变革可能发生在产业层面。3D打印将融合传统制造方法，而不是取而代之。事实上，这种变革已经发生了。该项技术已在航空航天领域占据了一席之地，它常被用于制作重量更轻的组件。通用电气的航空部门计划在2020年前用3D打印技术生产至少10万个部件，这将可能使单架飞机的引擎重量减少1 000磅。要想知道每个引擎可以节省多少燃料，想想2013年，美国航空公司用苹果iPad可使用的数字版飞行手册更换了原座舱里的纸质版本，每架飞机因此减重35磅，每年共节省1 200万美元的燃料费。如果每架飞机的重量平均减少3 000磅的话，每年可以节省10亿美元以上的燃油成本。通用电气公司计划使用该技术生产的一个部件是燃料喷嘴，它通常需要由20个独立的部分组装而成，而3D打印机可以将整个组件打印为一个单元，实现完全装配。

正如我们在第一章所看到的，加工制造模式可能变得更加灵活，并且在许多情况下，工厂将设立在更接近消费者市场的地方。3D打印将在这个过渡阶段发挥作用。这项技术将被用在最具有成本效益的地方，例如，部件生产需要定制时，或者是在打印原本需要大量装配的复杂组件时。即使3D打印不能直接用于大宗生产零部件，它往往也会在制作传统制造技术所需的模具和工具的时候发挥作用。换言之，3D打印可能最终成为工厂自动化的另一种形式。工业机器人和工业打印机将协作工作，而且越来越不需要人工参与。

3D打印机可用于处理几乎任何类型的材料，并且该项技术在制造业以外也实现了许多重要的用途。最奇特的用途也许是用来打印人体器官。位于圣迭哥的Organovo是一家专门从事生物打印的公司，它已经开始使用含有人体细胞的3D打印材料来试验性地制造人体肝脏和骨骼组织。该公司希望在2014年年底之前打印出一个完整的肝脏。初

期，希望通过这些努力生产出供研究或药物测试的器官。要造出可以移植的器官可能要等至少10年，而一旦技术成熟，它带来的影响将会使单单美国就有的等待器官移植的12万人惊讶不已。除了解决器官短缺问题，3D打印也可以支持根据患者自身的干细胞来制造器官，这将从根本上消除移植后发生排斥反应的危险。

食品打印是另一种热门用途。胡迪·利普森在他2013年的《3D打印：从想象到现实》(注)中提到电子菜谱可能会成为3D打印的“撒手锏”。换句话说，电子菜谱会促使很多人出去买回一台家用打印机。食品打印机目前可以用于制作特色饼干、糕点和巧克力，但它们也有可能以独特的方式融合成分，生成新奇的口味和质地。也许有一天3D食品打印机将在家庭和餐厅厨房随处可见，美食厨师们则将面对一个类似专业音乐家如今所面对的赢家通吃的数码市场。

当3D打印机的使用拓展到建筑方面，最大的颠覆即将来临。比洛克·霍什内维斯（Behrokh Khoshnevis）是南加利福尼亚大学的工程学教授，他在制造一台巨大的3D打印机，该打印机能在短短24小时内建起一座房子。这个机器被安置在建筑工地旁边的临时铁轨上，庞大的打印喷头通过计算机的控制堆积混凝土层。该过程是完全自动化的，所建造的墙壁比使用传统技术建造的要牢固得多。该打印机可用于建造房屋、办公楼甚至多层塔楼。目前该机器只负责建造这些建筑物的混凝土墙壁，门、窗和装修则需要工人完成。然而，不难想象未来的建筑打印机升级后将能处理多种材料。

3D打印对制造业的影响可能不会那么大，因为该产业的工厂已高度自动化。但在建筑行业情况就大不一样了。木架房屋建筑是经济中劳动力最密集的领域之一，同时它留给相对低技术的工人所剩无几的一部分工作机会。单单在美国就有近600万人受雇于建筑行业，而国际劳工组织估计，全球建筑业的就业人数近1.1亿。有朝一日3D打印机可

能会建造出更好、更便宜的房屋，并带来全新的建筑可能性，但该技术也会淘汰数百万的就业岗位。

自动汽车

2004年3月13日，自动驾驶汽车最终来到了道路上，科幻小说中的它演变成了现实。那天是第一届国防部高级研究计划局挑战赛，国防部高级研究计划局希望这项赛事能够极大推动自动军用车辆的开发。15个机器人车辆在加利福尼亚小镇巴斯托附近的赛道上路，辗转150英里穿越莫哈韦沙漠。第一个到达终点的选手获得100万美元的奖金，但结果很是不尽人意。

没有一辆车能够完成10%的路程。最好的表现来自卡内基–梅隆大学的改装悍马，它像脱缰的野马奔驰了仅7.5英里就跌下了道路。国防部高级研究计划局宣布比赛失败，没有派发奖金。

但是，国防部高级研究计划局看到了希望，它安排了一场复赛，奖金升至200万美元。第二场比赛于2005年10月8日举行，要求机器人车辆驶过超过100多个急弯，经过三个隧道，并跋涉一条两边都是陡坡的蜿蜒的土山道。进步令人惊讶。经过短短18个月的不断改进，参赛车辆中有5辆车从上一次跌入沟渠的结局一跃成功跨过了终点线。获奖的参赛车辆是由斯坦福大学的塞巴斯蒂安·史朗领导的团队改装的一辆大众途锐，它仅仅用了不到7个小时就完成了比赛。大约十几分钟后卡内基–梅隆大学改进设计的悍马冲过终点线。另有两辆车在随后半小时内到达。

国防部高级研究计划局在2007年11月又组织了一场挑战赛。这一次将比赛地点设在市区，机器人车辆与由职业车手驾驶的30辆福特金牛座同路竞技。自动驾驶汽车必须遵守交通法规，在车流中行驶，适

时地停车，并顺利通过繁忙的十字路口。35辆参赛机器人车辆当中有6辆成功跑完赛道。斯坦福大学的参赛车辆再一次第一个冲过终点线，但后来裁判分析数据后减掉一些分数，因为该车行驶时违反了加利福尼亚的驾驶法规，所以最终该赛车名次下降到第二位。

Google的自动驾驶汽车项目于2008年启动。由2007年进入Google做“街景”工程的塞巴斯蒂安·史朗负责此项目。这时候Google开始迅速汇集曾在国防部高级研究计划局赛事中改造赛车的最优秀的工程师。经过两年的努力，团队研制出一款改良的丰田普锐斯，它配置了精良的设备，包括摄像机、四个独立的雷达系统以及一个价值8万美元的能够为车身所处环境模拟完整3D模型的激光测距仪。这款车可以跟踪别的车辆、目标和行人，阅读交通标志，并处理几乎任何驾驶状况。截至2012年，Google的自动驾驶车队已经安全行驶了30多万英里，不管是在受到管制的高速公路还是在旧金山熙熙攘攘的著名的九曲花街。2013年10月，Google公布的数据显示，这些车辆的表现无论是在平稳加速、制动，还是在一般的防御性驾驶行为方面都持续优于一般的人类驾驶员。

Google的该项目已经对汽车行业产生了巨大的影响。在那之后，几乎所有主要的汽车制造商都已宣布计划在未来10年左右的时间内至少要开发一个半自动驾驶系统。目前的佼佼者是奔驰汽车。2014年发布的S级轿车已经能够在走走停停的城市交通环境或是以时速120英里在高速公路自动驾驶。该系统通过锁定车道标线或前方车辆作为信号，处理转向、加速和制动。不过奔驰初步采取谨慎的态度，司机必须在整个行驶过程中握住方向盘。

确实，汽车工业正在开发的系统几乎都普遍朝着部分自动化的方向发展，部分自动化意味着驾驶人员始终要保持最终控制权。事故责任问题可能是全自动汽车会面临的最棘手的问题之一。有分析人士认为，对于事故责任的界定可能会有分歧。领导Google汽车项目的工程

师之一克里斯·厄姆森（Chris Urmson）在2013年的一个行业会议上表示这种担忧没有必要，目前的美国法律明确规定汽车制造商将为自动驾驶汽车发生的事故负责。很难想象还有什么比这则法律条款让汽车行业更害怕的了。财大气粗的汽车厂商将难免沦为律师们大肆申请产品责任索赔的目标。然而，厄姆森接着说，自动驾驶汽车不断采集并存储的运行数据将提供事故发生时汽车环境的全貌，不良起诉将几乎不可能得逞。当然，没有技术是百分之百可靠的，自动驾驶系统也难免哪天会酿成事故，致使其厂商必须面对令人生畏的责任判定。一个可能的解决办法就是法律为这样的诉讼设定合理限制。

然而，这种半自动化模式也有它自己的问题。尚没有一个系统能够处理所有的状况。Google的企业博客曾在2012年指出，尽管自动驾驶汽车的进展令人鼓舞，但“未来还有很长的路要走”，而其车辆依然“需要掌握雪道行驶、理解临时施工标志，以及处理其他很多司机都会遇到的棘手问题”。半自动驾驶汽车如何探测到它所无法控制的状况，然后成功将自身控制权交回司机，这个灰色区域可能代表着该技术的最大弱点。自动驾驶系统的工程师们发现，大概需要10秒的时间系统才能提醒驾驶员并确保他重新获得对车辆的控制。换句话说，自动驾驶系统必须在车辆真正陷入困境前就对潜在的问题有良好的判断，要在这个层面上获得高度的可靠性将是相当大的技术挑战。如果司机们在车辆自动驾驶时没有把他们的手放在方向盘上，情况会更加困难。一位奥迪汽车公司的高层表示，当该公司开发的自动驾驶系统运行时，司机“不准睡觉，阅读报纸或者使用笔记本电脑”。不知道该公司打算如何贯彻这一点，是否准许司机使用智能手机、看电影或从事其他分心的活动呢？

一旦克服了这些障碍，自动驾驶汽车将具有巨大的潜能，尤其是在提高安全性能方面。2009年，美国发生大约11万起汽车事故，约34 000人在事故中丧生。在全球范围内，每年大约有25万人因车祸丧生。美国国家运输安全委员会估计，90%的事故发生的主要原因是人为错

误。换言之，真正可靠的自动驾驶技术或许能够拯救大量的生命。初步数据表明，现在应用于某些汽车的防撞系统已经具有积极的效果。美国公路损失数据协会（Highway Loss Data Institute）研究保险索赔数据时发现，一些搭载了该系统的沃尔沃车型所遭遇的事故要比不使用该技术的同类汽车少15%左右。

除了避免事故之外，自动驾驶汽车的支持者也谈到其他潜在的好处。自动驾驶汽车之间将能够进行沟通和协作，它们可以列队出行，借助相互的牵引力节省燃料。高速公路上的高效协作将减少甚至可能从根本上消除交通拥堵。在这里，我觉得媒体渲染的与任何短期的现实都相去甚远。这类利好很大程度上依赖于一种网络效应，那便是道路上需要有相当一部分的车辆实现自动驾驶。很明显的事实是，很多司机对于自动驾驶技术至少感到很矛盾。很多人就是喜欢开车，汽车爱好者杂志如《汽车风向》和《汽车与司机》都拥有数百万订阅者。如果你拥有“终极座驾”却不自己去驾驶，那还有什么意义呢？即使对于接受该技术的司机来说，贯彻自动驾驶也可能是一个很缓慢的过程。还有，飙升的收入不平等以及几十年的收入停滞导致的一个后果是，很多人无法承受新车的价格。事实上，最近的数据表明，已经有汽车的美国消费者并不急于升级新车。2012年，美国公路上行驶的车辆平均车龄几乎有11岁，达到历史最高纪录。

在有些情况下，人类驾驶和机器人驾驶的共存实际上可能导致更多的问题。想想你上回遇到过的那个野蛮的司机，贸然超你的车或者在高速公路上鲁莽地变换车道。现在想象这个人与自动驾驶汽车同行一条道，并且这个人知道这些程序车辆在任何情况下都能完美地保护自己。这样的“狼入羊群”的场景可能会存在更多的冒险行为。

最乐观的估计是，自动驾驶技术可预计在5~10年内产生重大影响。我猜想技术挑战、社会接受度，以及责任和监管相关的阻碍可能使这种预测看起来过于乐观。不过，我觉得没有疑问的一点是，真正

的自主驾驶或者说无人驾驶的车辆终将出现。那个时候，它们将有可能不仅仅是彻底改变汽车行业，也可能彻底改变我们的经济和就业市场的所有部门，以及人与汽车之间的根本关系。

想知道未来你的汽车实现完全自动驾驶是什么样子，最重要的一点可能是要意识到它或许已不是你的个人座驾。大多数曾对于自动驾驶汽车的最佳角色认真考虑过的人似乎都认为，这些车辆很可能是作为共享资源使用，至少在人口稠密的地区是这样的。Google从一开始就意识到这一点。正如Google的联合创始人谢尔盖·布林（Sergey Brin）曾经向《纽约客》的布克哈德·比尔热所阐释的，“看看外边，穿过停车场，沿着多车道走过去，全是交通设施。这是向土地征收的重税”。

Google希望打破目前普遍的汽车由车主驾驶的局面。在未来，任何需要用车的时候，你只是简单地用你的智能手机或其他连接设备联络一辆自动驾驶汽车。这样汽车会有更高的利用率，而不是在90%甚至更多的时间都停放起来。仅仅是这个变化就将引起城市的房地产革命。如今专门用于停车的大片空间将可作为其他用途。当然，自动驾驶汽车在不使用时也需要停放在某些地方，但停放区域无须处处有出口，车辆可以紧凑地排放起来。如果你需要调用车，而你周边的路上又没有现成的，那你就从排队的车里按顺序申请下一辆。

当然，也有理由不相信城市汽车将最终演变成公共资源。一方面，这将直接违背汽车行业的目标，即每户至少拥有一辆汽车；另一方面，乘客将不得不在高峰时间共享汽车，否则它们可能会太稀缺和昂贵，以至于很多人无法支付用车费用。车辆共用时的乘客安全是另一个相关的问题。即使车辆软件能够解决物流问题，并提供高效、及时的服务，一辆小汽车相对公共汽车或火车来说毕竟是与陌生人相处的更“独立”的空间。不过，很容易想到解决这个问题的办法。例如，设计给单独乘客使用的汽车就可以分成隔间。你甚至不需要看到或意

识到其他人和你共用一辆车。为了避免封闭的感觉，可以在隔墙上安装虚拟窗口，利用高分辨率屏幕显示车辆外部装载的摄像头拍摄到的画面。到自动驾驶汽车投入日常使用的时候，完成这一切的硬件都将非常便宜。车辆将停在你面前，其中一扇门的绿灯亮起，你就能上车并前往你的目的地，仿佛独自乘车。你与别人共用车辆，但你享用自己的虚拟空间。另外的车辆或许会设计来运送群体（或更喜欢社交的旅客），又或者是前一种车辆里面的隔墙可以在双方同意的情况下卸下。注

另外，乘客空间也可能不需要做成"虚拟"的。2014年5月，Google宣布其自动驾驶汽车的下一阶段研究将着力于研发时速达到每小时25英里的双乘客电动汽车，该车专门针对城市环境设计。乘客将通过智能手机应用调用车辆并设置目的地。Google工程师最终认为要在紧急情况下把车辆的控制权返还给驾驶员是不切实际的，所以车辆将实现完全自动化，不设方向盘或刹车。在接受《纽约时报》的约翰·马科夫采访时，谢尔盖·布林强调Google的设计与其他主要汽车厂商所追求的"增量"设计大相径庭，他说"这种东西似乎并不完全符合我们的变革使命"。

市场针对自动驾驶车辆的共享使用也可能会有其他解决方案。《琼斯母亲》杂志的凯文·杜姆相信，"真正的自动驾驶汽车将在10年之内投入使用，它们将颠覆游戏规则"。杜姆认为，人们可以用买车的钱的一小部分购买某项自动汽车服务的使用份额，该份额保证可用，这样的做法也许是可能的。换句话说，你只会与其他和你需要同种服务的人共用汽车，而不是跟全体公众。注

如果车辆共用模式不能广泛采用，那么提高每辆车的利用率对于相同的人口来说当然意味着车辆数量的减少，环保主义者和城市规划者可能会喜出望外，汽车制造商则不然。这种情况下，除了人均汽车数量的减少，豪华汽车品牌也会受到莫大的威胁。当你自身并不拥有

汽车，只是用它来完成某段行程，你有什么理由在乎它的品牌或型号呢？汽车可能不再是身份的象征，汽车市场可能变得商品化。基于这些原因，我断定汽车制造商会想方设法让人留在驾驶位上，即使他不用对车辆进行控制。当颠覆性的技术来临时，汽车制造商可能会遭遇这种窘境。它们被迫选择要么保护现有的业务，无论是目前还是以后都能带来持续受益，要么帮助推广一项新兴技术，而这项技术最终可能会冲击甚至杀死传统业务。历史表明，公司几乎总是会选择保护自己已经稳定的收入流。[注]如果布林所展望的那种革命真要发生，那么它可能必须从汽车产业之外发起，当然，布林所在的领域可能正好是突破口。

如果汽车的个人所有制模式最终衰落，对经济和就业市场众多领域的影响将是十分巨大的。想想你家几英里内的汽车经销商、独立维修店和加油站。它们的存在都直接依赖于一个事实，即人们大量拥有汽车。在Google展望的世界里，自动汽车将集中管理，它们的保养、维修、保险及加油也将同样集中化。数不清的小企业以及与之相关的工作将不复存在。要想知道多少就业机会可能会受到威胁，想想单单在洛杉矶就有约10 000人从事洗车工作。

对于就业最直接的影响，当然还是发生在那些以开车为生的人身上。出租车驾驶工作将一去不返。公交驾驶可能会自动化，或许公交车也将完全消失，由一种更好、更个性化的公共交通形式替代。递送工作也可能会消失。以亚马逊为例，它已开始试验把当日递送的物品放置到固定位置的储物柜。那么为什么不把储物柜放到货车上呢？自动驾驶的送货车也许能在它到达客户之前几分钟发送短信通知客户，然后简单地等待客户输入代码领走包裹。[注]

事实上，要想看到自动驾驶车辆兴起，我认为批量投入商业使用或是最初的可能性之一。目前那些拥有和经营商业车队的公司已经面临大量的责任问题。某一个司机犯下的一个错误可能会让公司大受牵

连。一旦自动驾驶技术具有可靠的记录并且数据能够证明它们在安全性和可靠性方面的明显优势，这些车辆便有足够的理由进行自动化。换句话说，自动驾驶汽车真正投入使用的第一个领域，可能正是就业机会受到直接影响最大的领域。

我也从很多方面认识到，那些沉重、从事远距离运输的大卡车也可能在相对不久的将来实现完全自动化。卡车可能很快就能从根本上实现自动驾驶，但这些车辆具有的恐怖的潜在破坏力可能意味着在可以预见的时间范围内仍需有人留在驾驶座上。针对自动驾驶车队所做的实验已获得成功，实验中由程序控制卡车让它紧跟前面的车辆，这样的成果在军事区域或人口较少的区域发挥作用。在《时代》杂志的戴维·冯·德赫利2013年的一次采访中，一位载重汽车运输公司的管理人员提出，美国陈旧的基础设施成了完全自动化的巨大障碍。卡车司机不得不经常面对道路和桥梁坑坑洼洼、不断修补的现实。我也在第一章提到过，如果完全不用卡车司机，那么食品和其他重要物资的输送可能更易于受到黑客入侵或网络攻击。

除了电力之外，也许没有任何其他某一项创新技术像汽车一样对美国中产阶级的发展和所有发达国家的社会建构那么至关重要。真正的无人驾驶车辆有可能完全颠覆人对汽车的认识以及人与汽车的互动关系。它也可能真正蒸发数百万计的中产阶级的工作，毁掉成千上万的企业。自动驾驶汽车崛起将注定引发的冲突和社会震动，可以从围绕优步（Uber）这家初创公司的硝烟中初见端倪。优步使得人们可以用智能手机预约乘车，该公司在其所进入的几乎每一个市场，都有争议和官司缠身。2014年2月，芝加哥的出租车运营商对其提起诉讼，称优步大大伤害了芝加哥城颁发的7 000多张驾驶运营执照，涉及的总市场价值超过23亿美元。想象当优步的汽车实现无人驾驶时，又是怎样一番沸沸扬扬的景象。

由于工作机会蒸发，平均收入停滞不前（甚至也许有下跌），我们面临着一个风险：我们人口当中的很大一部分，而且还是不断增长的一部分，将不再有足够的可支配收入来继续推动产品和服务的有力需求。在下一章里，我们将审视这种危险，并了解它是如何最终威胁到经济增长的，甚至它还可能促成新的危机。

---

1. 3D打印机已经可以打印基本的电子电路，但它似乎永远不大可能打印用于智能手机的尖端处理器和内存芯片。这些芯片需要产业化的规模制造，所需要的精度大大超出任何打印机的水准。一个明显的未来趋势是，我们所使用的日常物品中越来越多地都可能采用先进的处理器和智能软件。对我来说，这意味着个人3D打印不大可能能跟上消费者真正想要购买的产品的需求。当然，一个发烧友可能会打印一项产品的大部分，然后组装必要的组件，但我认为这不会吸引很多人。

2. 《3D打印：从想象到现实》一书已由中信出版社于2013年出版。——编者注

3. 车厢卫生可能是自动汽车共用要面临的一个问题，特别是如果设置私人隔间的话。这是公交和地铁的通病，并且在没有司机（或其他乘客）一道的时候某些人可能不会注意自身行为。

4. 如果这种汽车共用模式不能实现，自动驾驶汽车在拥挤的地区其实可能产生负面影响。如果你自己拥有一辆自动驾驶汽车，乘坐它去往某个停车场稀缺或是停车费很高的地方，你可能会选择让汽车在附近兜圈子，等你办完事情再去接你。又或者你可能把它安排到附近的居民区停靠一下，而不会就地付停车费。你甚至可能下载了一个非法软件应用，将你的车停在不该停的地方，一旦软件探测到貌似有监管车辆靠近，车辆能在关键的时刻逃之夭夭。

5. 微软紧紧维护其庞大的基于Windows的收入流，使得它没有在智能手机和平板电脑市场占据一席之地，这正是一个经典的案例。

6. 相比亚马逊在2013年哥伦比亚广播公司《60分钟》的采访中公布的无人机送货上门的想法，我觉得这个点子更为可行。没有技术能达到100%可靠。亚马逊的业务量是如此巨大，以至于为了进行一些有意义的改变，大量的无人机送货将势在必行。但即使是一个很小的错误率，与庞大的飞行次数相乘，也可能会使得不幸事故源源不断。设想有一个5磅的货物，有可能悬在几百英尺的高度，你可不希望发生什么事伤害到你。

第八章
技术如何影响经济的增长

关于亨利·福特二世和全美汽车工人联合会的传奇领袖沃尔特·鲁瑟（Walter Reuther），有一个故事经常被人们说起。这两人共同去参观一个新近自动化的汽车制造厂，福特汽车公司的老总挖苦鲁瑟道："沃尔特，你怎么让这些机器人交工会会费？"鲁瑟不假思索做出回应，问道："亨利，你要怎么让它们买你的车？"

虽然这次对话可能从来没有真正发生过，但这段逸事引起了人们对于广泛自动化的终极影响这个问题的重视：工人也是消费者，他们依靠工资购买经济所生产的产品和服务。也许汽车行业比任何其他经济部门都更多地展示了这个双重角色的重要性。当亨利·福特一世于1914年开始大批生产其T型汽车时，他有个著名的做法，将工资加倍至5美元一天，这样一来，即可保证他的工人能够买得起他们所制造的汽车。从那时起，汽车业的崛起将与一个庞大的美国中产阶级的形成密不可分。正如我们在第二章里看到的，有证据表明，收入增长与稳健、广泛的消费需求之间的强劲的共生关系现在还在继续循环。

一个思想实验

要想知道鲁瑟的警告可能意味着怎样的最极端的场景，我们可以做一个思想实验。想象地球突然被一个陌生的外星物种侵袭。当成千上万的外星人从巨大的飞船上蜂拥而下，人类才明白这些访客并非是来征服地球、来榨取我们的资源，或与我们的领袖会面。原来，外星人是来地球工作的。

这个外星物种一直沿着与人类截然不同的路径演化。它们的社会与社会性昆虫大致相似，飞船上下来的生物全部来自它们的工人阶层。每一个个体都非常聪明，能够学习语言，解决问题，甚至呈现创造力。然而，这些外星人被一种简单却势不可挡的生物本能驱使：它们只能从完成有用的工作当中获得满足感。

这些外星人对休闲娱乐或一般的知识追求毫无兴趣。对于家庭、个人空间、私有财产、金钱或财富也没有概念。如果需要睡觉，它们就在工作场所站着睡。因为不能感知味道，它们甚至于对吃什么都漠不关心。它们通过无性繁殖，新生命几个月内就能完全成熟。它们没有吸引配偶的需要，也没有要从群体中脱颖而出的愿望。这些外星人为群体服务，它们受到工作的驱使。

渐渐地，这些外星人融入了我们的社会和经济。它们渴望工作，而不要求工资，工作本身对于这些外星人来说就是奖励。事实上，这是他们能想到的唯一奖励。它们的就业涉及的唯一成本就是需要某种类型的食物和水，而有了这些东西它们迅速繁衍。各种规模的企业迅速开始把这些外星人部署在各种各样的岗位上。它们从比较常规、低层次的工作做起，但很快就展示出了承担复杂工作的能力。慢慢地，外星人取代了人类工人。即使是那些起初拒绝用外星人代替人的企业主最终也别无选择，一旦他们的竞争对手这样做，他们也只能实行这样的过渡。

在人类当中，由于就业竞争加剧，失业率开始无情上升。而那些仍有工作的人，工资也停滞不前甚至开始下降。过了数月、数年，失业救济金耗尽了，政府干预也是无疾而终。在美国，民主党倡导限制雇用外星人；共和党人由于受大企业观点的影响，否定民主党人的倡议，并指出外星人已经遍布全球。任何限制美国企业雇用外星人的措施都将使这个国家面临巨大的竞争劣势。

公众越发担忧未来。消费市场严重两极化。少数拥有成功企业、掌控大量投资或者从事稳固的管理层工作的人，由于企业利润增长，过得越发顺风顺水。奢侈品和服务消费风生水起。而对其他人来说，生活则异常艰难，要靠一元店过活。随着越来越多的人失业或者担心即将失业，节俭成为生存的必需。

然而，很快人们便发觉上述企业收入的急剧增长是不可持续的。利润几乎全部是由于削减劳动力成本而产生的，收入不再增长，且很快开始下降。当然，那些外星人不买任何东西。对于非绝对必要的商品，人类消费者也越来越避免去购买。大量生产非必要商品和服务的企业开始衰落。储蓄和信贷额度相继耗光，房主无力偿还抵押贷款，租户没钱支付租金。住房贷款、商业贷款、消费信贷和学生贷款的违约率大增。尽管对于社会服务的需求急剧增加，税收收入却一落千丈，威胁着政府的偿债能力。事实上，当一场新的金融危机要降临时，即使是富裕的精英人群也会削减他们的消费支出。他们的兴趣很快转移到购置黄金上，而不再是购买昂贵的手包或豪车。由此看来，外星人的到来最终并非一桩好事。

不消费的机器

外星人涌入这个寓言固然极端，这样的情节也许会在一部预算极低的科幻电影中出现。然而，它刻画了无节制自动化可能对应的理论终点，至少是当没有专门的政策用以调整这样的局面时（第十章对这一点有更多探讨）。

本书到目前为止所传达的最主要的观点是，加速发展的科学技术很可能越来越多地威胁到不同行业各种技能水平的大量工作。该趋势如持续发展，将对整个经济产生重要的影响。由于自动化会残酷地剥

夺工作机会，降低收入水平，大部分的消费者最终可能会缺乏相应的收入和购买力，以致无法刺激对于持续经济增长至关重要的需求。

经济所产出的每一件产品或服务最终都需要被某个人购买（消费）。从经济学上说，“需求”是指对于某样东西的欲望或需要，它由支付能力和意愿所支撑。只有两种实体能够创造对于产品和服务的最终需求：个人和政府。在美国，个人消费支出一般至少占国内生产总值的2/3，至于其他大多数发达国家，这个比例也在60%以上。当然，对于绝大多数个人消费者，几乎所有的收入都依赖于就业。购买力主要是通过就业这个机制实现分配。

当然，企业也购置东西，但那并非最终需求。企业购买的是用于生产别的东西的投入；也可能会买东西作为投资，方便未来的生产。但是，如果人们对某个企业生产的东西没有需求的话，它就会关门大吉，并不再购置投入。一家企业也可能出售东西给另一家企业，但在某个时候，生产和消费的链条必须止于某个买东西只是因为想要或需要这样东西的人（或政府）。

重要的一点是，工人也是消费者（并且可以支持其他消费者），这些人拉动了最终需求。当一个工人被一台机器替代，这台机器可不会出去消费。机器可能会使用能源和备件，并且需要维护，但同样，这些都是企业的投入而不属于最终需求。如果没有人买这台机器生产的东西，那么企业最终将被关闭。如果汽车厂的工业机器人所组装的汽车没有人购买，那么机器人也会停止运转。[注]

所以，如果自动化破坏了消费者所依赖的大部分工作，或者如果工资被压得太低以至于很少有人拥有大量的可支配收入，那么就很难看到我们的现代大众市场经济能够继续蓬勃发展。几乎所有构成我们经济支柱的产业（汽车、金融服务、消费电子、电信服务、医疗保健等）都是面向市场的，这些市场具有数百万计的潜在客户。市场不仅

仅是由总价值主导，它也取决于单位需求。一个非常富裕的人可以买一辆很好的车，或者甚至10辆这样的车，但他是不会买几千辆汽车的。这个道理同样适用于手机、笔记本电脑、餐厅饭菜、有线电视订阅、抵押贷款、牙膏、牙齿检查或其他任何你可能想象到的消费商品或服务。在大众市场经济中，购买力在消费者当中的分配非常重要。一小部分潜在客户收入的过分集中将最终威胁到支撑上述行业的市场的生存能力。

不平等和消费支出

1992年，收入位列前5%的美国家庭产生了约27%的总消费支出。到2012年，这一比例已上升到38%。在这20年中，收入排在后80%的美国家庭的消费支出比重从47%下降到39%。截至2005年，收入和支出的集中化趋势如此明显和残酷，以至于花旗集团的一个股市分析团队只为他们最富有的客户提供一系列专门的备忘录，这成了一个著名的故事。这些分析师认为，美国在向着一个“政治经济体”演变，这是一个头重脚轻的体系，增长主要得益于一小拨富有的精英，它们消费了所有经济生产的一个空前的绝大比例。除了其他方面，这些备忘录建议富有的投资者应避开那些面向即将快速瓦解的美国中产阶级的公司股票，转而关注那些针对最富有消费者的奢侈品和奢侈服务的提供商。

数据表明，长达数十年来，美国经济明显在朝着收入集中程度不断加剧的方向迈进，而这其中蕴含着一个根本性的悖论。经济学家们曾经部分解释过，相比中产阶层和穷人，有钱人的支出占他们总收入的比例要小。收入很低的家庭别无选择，只能花掉几乎他们能赚到的所有一切，而真正的富人可能会觉得再努力花钱也无法花费掉同等比例的收入。这里明确的含义是，随着收入日益集中于少数最富有的

人，社会的整体消费就会越发不稳健。这一小拨占据了这个国家越来越多的总收入的人是无法把他们的钱都花光的，通过经济数据应该可以很明显地发现这一点。

不过，历史事实却是大相径庭的。在1972~2007年这35年时间里，消费支出占可支配收入的平均百分比大约从85%提高到了超过93%。这段时间里的大部分时期，消费支出不仅是迄今为止美国国内生产总值最大的组成部分，也是增长最快的部分。换句话说，虽然收入变得更加不平等和不平均了，不知为什么，消费者仍然成功地提高了整体支出，而他们的大肆花钱正是推动美国经济增长的最重要的因素。

2014年1月，圣路易斯联邦储备银行的经济学家巴里·赛纳门（Barry Cynamon）和圣路易斯华盛顿大学的史蒂文·法扎里（Steven Fazzari）发表了一份研究报告，该报告深入探讨了收入分配不平等加剧与消费者支出增长之间的悖论。他们得出的主要结论是，长达数十年的消费支出增长是由美国收入较低的95%的消费者所承担的日益增加的债务支撑的。1989~2007年，大部分人口的债务/收入比从80%多一点大致翻了一番，达到前所未有的160%。而在最富有的5%的人口中，该比例相对稳定地保持在60%左右。债务水平的急剧上升与房地产泡沫有着密不可分的关系，而这段时间里房屋净值信贷的低门槛则导致了后来的金融危机。

当然，几乎所有美国人都参与的过度借贷最终难以持续。赛纳门和法扎里认为，“当人们无法借到更多的钱，导致消费不得不下跌时，前所未有的借贷所产生的金融脆弱性引发了大衰退”。随着危机的到来，整体消费支出下跌了约3.4%，自“二战”以来这样的幅度在任何经济衰退中都是未曾见过的。消费支出的衰退也会持续很长的时间，花了近乎三年的时间整体消费才恢复到危机前的水平。

赛纳门和法扎里发现，无论是在大衰退之中还是之后，两个收入群体之间的差异都非常明显。在衰退期，收入前5%的人能够利用别的

资源控制他们的支出。收入排在后95%的人则基本上“弹尽粮绝”，别无选择，只能大幅削减开支。两位经济学家还发现，衰退过后，消费支出的复苏完全靠收入分配的顶端来拉动。截至2012年，收入前5%的人消费支出增长率经通货膨胀因素调整后约为17%；收入后95%的人则没有显示任何复苏，他们的消费状况依然深陷2008年的水平。赛纳门和法扎里表示，在大多数消费者之中没有真正复苏的迹象，并“担心日益拉大的收入差距所导致的需求停滞正在延缓消费增长并将继续下去，尽管收入后95%的人群的借贷把这样的需求停滞推迟了几十年”。

对于国内客户，美国企业所做的主要是针对顶层收入人群生产和营销，这是越来越明显的事实。在几乎每一个直接面向美国消费者的产业部门，从家电、餐厅、酒店到零售店，中档业务无不因销售停滞或下降而挣扎，而针对顶层消费者的企业则欣欣向荣。一些商界领袖开始认识到这给大众消费商品和服务带来的显著威胁。2013年8月，世界上最有价值的媒体品牌ESPN（娱乐与体育节目电视网）的总裁约翰·斯凯帕（John Skipper）表示，收入停滞是他的公司未来要面临的最大的单一威胁。在过去15年里，美国有线电视服务的成本已经飙升了约300%，而收入基本没有提高。斯凯帕指出“ESPN是一项大众产品”，但ESPN的服务可能最终会令很大一部分现有的观众遥不可及。

作为美国最大的零售商，沃尔玛已经成为中等及工薪阶层消费者蜂拥而至搜索低价商品的天堂。2014年2月，该公司发布了一份令投资者感到失望的年度销售预测，以致其股价急剧下跌。沃尔玛长期（至少开放一年）门店的销售额已经连续四个季度下降。该公司警告说，美国食品券计划（正式名称为补充营养援助计划）的削减以及工资税的增加将对低收入消费人群造成沉重打击。约1/5的沃尔玛顾客依赖于食品券，有证据表明他们很多人已经到了捉襟见肘的地步，几乎已没有可自由支配的收入。

在大衰退之后，每个月第一天的午夜刚过，沃尔玛商店总会准时上演热闹场面，这是政府给电子收益转移卡重新充值的日子。到每个月月底，沃尔玛收入最低的顾客群往往都已用光所有食物和其他必需品，所以他们提前把购物车装得满满的，然后排队等待食品券计划发放补助到电子收益转移卡上，款项一般在午夜刚过的时候到达。沃尔玛也遭受了来自一元店的越发激烈的竞争。很多时候，沃尔玛顾客转而走向这些小店不一定是因为整体价格更低，而是因为这些地方能以更少量售卖，这能方便这些顾客在月末几天用他们所剩不多的美元挺过难关。

事实上，放眼整个私有部门，复苏很大程度上都伴随着企业利润飞升而同时收入却不温不火的特点。企业取得了极高的赢利水平，但它们主要是通过削减劳动力成本做到的，而不是通过销售更多它们所生产的商品和服务。这倒不值得惊讶，请回顾一下第二章的图2–3和图2–4。企业利润占国内生产总值的比重达到了前所未有的高度，而与此同时劳动力占有的国民收入比例跌至历史新低。在我看来，这意味着太多的美国消费者在购买企业生产的产品和服务时已相当困难。图8–1显示了美国企业的一般利润恢复速度，且在恢复过程中与零售销售渐行渐远的情形，故事至此更加清晰。[注]请记住，正如我们前面所看到的，消费的缓慢复苏全部是由收入分配前5%的消费者拉动的。

经济学家的智慧

尽管有证据表明很大一部分美国消费者根本没有足够的收入为经济所生产的产品和服务创造充足的需求，经济学家并没有普遍认为收入不平等正在对经济增长造成巨大的阻碍。即使在美国著名的进步主义经济学家当中，尽管他们几乎都可能同意需求不足是经济所面临的一个首要问题，但他们并没有对收入不平等的直接影响达成共识。

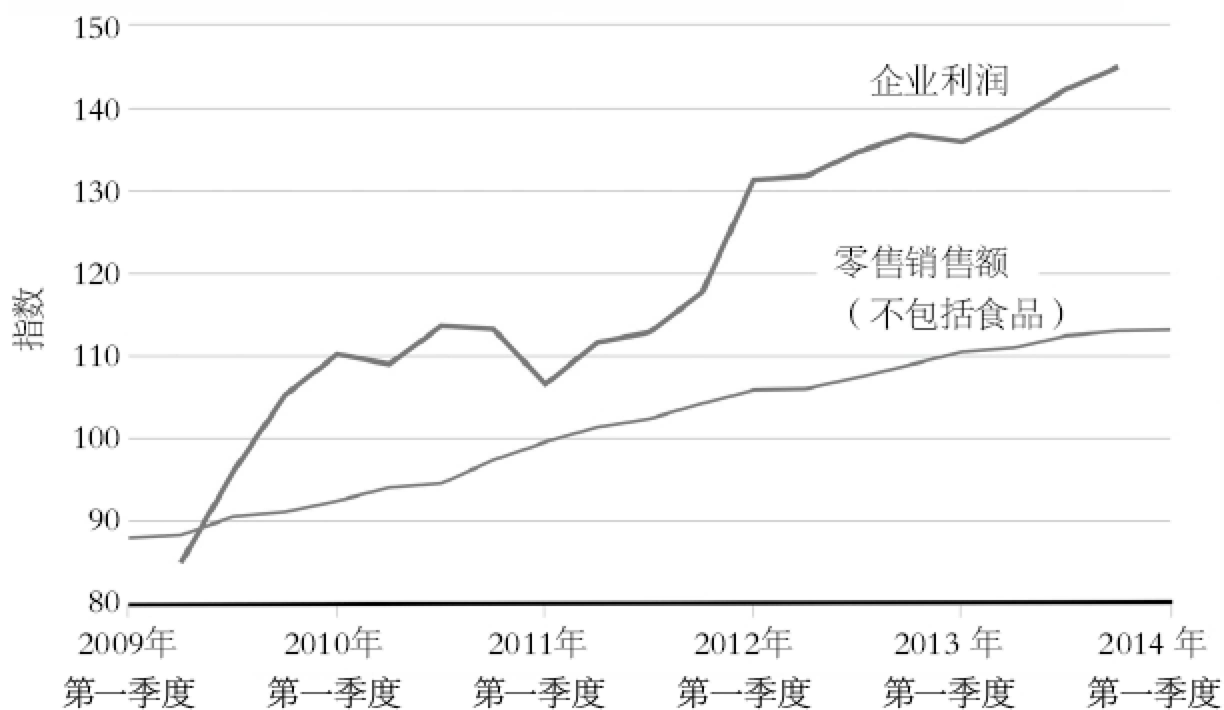


图8–1 大衰退复苏过程中美国企业利润与零售销售额

资料来源：圣路易斯联邦储备银行。

诺贝尔经济学奖得主约瑟夫·斯蒂格利茨也许一直是“收入不平等损害经济增长”这个观点最热烈的支持者。他在2013年1月《纽约时报》的一个专栏里写道，“不平等正压制着我们的经济复苏”，因为“我们的中产阶层软弱无力，无法撑起历史上推动了我们经济增长的消费支出”。1987年，因为其探讨技术创新对于长期经济增长重要性的作品赢得诺贝尔奖的罗伯特·索洛似乎对此大为赞同，他在2014年1月的一次采访中表示，“加剧的收入不平等越发使得收入分配空心化，我们失去了实实在在的中产阶级工作和稳定的中产阶层收入，而正是这些才能可靠地提供能够保持行业持续发展和创新的消费需求”。然而，另一位诺贝尔经济学奖得主，同时也是《纽约时报》最大牌的专栏作家和博客作者保罗·克鲁格曼（Paul Krugman），在他的博客中写道，他希望“能够认同这个论点”，但证据并不支持。(注)

更为保守的经济学家则可能会完全反对“收入不平等会拖累经济增长”这个论点。事实上，许多右派经济学家甚至都不肯接受“需求不足一直是经济面临的主要问题”这个说法。在经济复苏的整个过程中，他们反而重视的是诸如公共债务水平、潜在增税、监管加强或《平价医疗法案》的实施等这些不确定的问题。他们说，削减政府开支以及减少税收和监管将刺激投资者和商业信心，从而增加投资，推动经济增长和就业。这在我看来是明显脱离现实的观点，已多次被克鲁格曼贬称为相信“信心童话”。

这里我想陈述的主要观点是，所有那些能充分使用同样客观数据的专业经济学家们是完全不会同意我形容为极其根本性的经济问题的，这个问题就是：需求不足是否会阻碍经济增长，如果会的话，收入不平等是否是该问题的一个重要促成因素？我怀疑，对这个问题缺乏共识，正好能让我们提前思考一下我们能从经济学专业中找到什么突破口，以作为我在前面的篇幅中一直描述的技术性颠覆。尽管两个“科学家”以相同的数据得出不同的结论这样的事情确实有可能，但经济学领域的观点大多会沿着预定的政治线路展开。了解某个特定经济学家的思想倾向往往比任何研究数据更能预测这个人大概会说什么。换句话说，如果你希望经济学家针对技术进步对经济的影响提供某种明确观点的话，你可能得一直等下去。

除了意识形态鸿沟，过分量化是经济学领域的另一个潜在问题。在“二战”之后的几十年里，经济学变得极其的数学化和依赖数据。这肯定有很多积极的方面，但必须要记住，我们显然是不能获得未来的经济数据的。任何定量的、依赖数据的分析必然完全取决于过去搜集的信息，有时候，分析数据可能是几年甚至几十年以前搜集的。经济学家们全是用过去的数据来构建复杂的数学模型，但大部分数据的来源都可以追溯到20世纪了。这些经济学模型的局限性更因它们几乎完全没有预见2008年全球金融危机一事而不言而喻。在2009年的一篇题为“经济学家怎么错得如此离谱？”的文章中，保罗·克鲁格曼写

道：“这次预测失败仅是该领域众多问题中的一个小事，更重要的问题是该专业对于市场经济发生灾难性事件可能性的洞察力缺失。”

我认为，随着信息技术呈指数级增长，日益对经济产生颠覆性的影响，我们有充分的理由担心经济学家的数学模型会再次发生类似的失灵。让这个问题雪上加霜的是，关于消费者、工人和企业的行为和互动方式，很多此类经济模型采用了过分简单化的有时甚至是荒唐的假设。约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes）也许说得最到位了，他在近80年前完成的《就业、利息和货币通论》一书中有根有据地把经济学创立成一个现代的研究领域，书中这样写道：“最近的‘数学’经济学有太大一部分是拼凑的，它们就如同它们所依附的最初假设一样不精确，这些假设使得它们的作者没有注意现实世界的种种复杂性和相互关联，而是沉溺在一个由做作、无益的符号编织的迷宫中。”

技术和自动化如何影响经济增长

经济是一个极其复杂的系统，充满着千万种相互依赖关系和反馈回路。一旦一个变量改变，各种各样的效果就可能影响整个经济系统，其中的一些效果还可能减轻或抵消初始变化。

事实上，经济通过反馈效应进行自我调整的倾向，很可能是技术进步对于不平等的促进作用仍有争议的一个重要原因。对技术和自动化的影响持怀疑态度的经济学家往往会说到一个事实，即从生产率数据来看机器人的崛起并不明显，尤其是看近期数据时。例如，2013年第四季度，美国年化生产率增长率下降到只有1.8%，相比之下第三季度的3.5%则要好得多。回想一下，生产率的计算是以经济产出除以工作小时数。这样一来，如果机器和软件迅速替代了人力劳动，可以想见上述工作小时数将急剧下降，导致生产率大幅上扬。

该假设存在的问题是，事情在现实经济中并非如此简单。生产率并不是衡量一个企业每小时能生产多少东西，它测量的是该企业实际生产多少。换言之，生产率直接受到需求的影响。毕竟，产出才是生产率公式中的分子。考虑到发达国家经济的很大一部分目前是由服务业构成，这一点尤其重要。对于一家制造企业来说，当它面临需求疲软时，可以想见它可能选择大量炮制产品，不管它们在库存或是各分销渠道里堆积了多少。而服务企业不能这么做。在服务行业，产出是需求的即时反馈，任何一家企业，如果外界对其产出的需求增长疲软，那么它的生产率很可能随即下降，除非它立即削减劳动力或减少工人工作时间，使之足以维持生产率数值不变。

想象你自己拥有一个小企业，它向大公司提供某种类型的分析服务。你有10名员工，均是全职工作。这时候突然出现了一款强大的新型应用软件，先前要10个人完成的工作现在只需要8个人。于是你购买了这款新软件，裁掉了两份工作。机器人革命即将发生！生产力有望一飞冲天。但是现在，你最重要的客户预计他自己的产品或服务将面临需求骤减。你本来应该这周末要签署的合同没法实现。近期的形势看来非常严峻了。你刚刚裁完员，不希望立即再裁几个，否则员工将人心惶惶。你还不知道，现在剩下的8个员工正拿着你给他们的工资花，而在工作时间看YouTube视频。生产率大跌！

事实上，这正是过去美国大多数经济衰退中经常发生的情况。经济衰退通常伴随着生产率的下降，因为产量的下滑幅度比工作时间的下滑幅度大。然而，2007~2009年的大衰退期间，相反的情况发生了：效率反而增加。虽然产量大幅下降，但由于企业非常积极地裁员，把工作担子留给剩余员工，工作时间的减少幅度反而更大。没有丢掉工作的员工（他们肯定担心未来还会裁员）可能是更加努力工作，减少了花在任何与工作无关的活动上的时间，其结果竟然是生产率提高了。

当然，在现实经济中，这样的场景发生在不计其数的各种规模的企业里。在某个地方，企业可能会采用新技术，提高工作效率。另外一个地方的另外一家公司则可能会削减产量以应对需求疲软。平均下来，它们带来的结果只是一个折中的整体生产力数据。问题的重点是，像生产率这样的短期经济数据可能是易变且颇无规律的。然而，从长远来看，整体趋势则比较清晰。事实上，在第二章我们已经见过这方面的证据。要记得，自20世纪70年代初开始，生产率的增长幅度已经显著超过工资涨幅。

消费需求疲软对于生产率的影响仅仅是一个作用于经济的反馈效应例子，还有其他许多能在两个方向同时起作用的反馈效应。例如，不够强劲的消费需求也可能减缓新技术的开发和应用。当企业做出投资决策，它们要同时考虑目前和预期的经济环境。当前景不佳或者利润下降时，研发投入或新的资本支出也可能会下降。其结果是，在随后的几年中技术进步可能比在另外一种情况下（前景较好且利润稳定）要缓慢。

另一个例子涉及节约劳动技术和相对非技术型工人工资之间的关系。如果技术进步（或其他因素）导致工资停滞甚至下降，那么从管理的角度来看，劳动力至少在一段时间内会变得相对于机器更具有吸引力。以快餐行业为例。在第一章，我预测过随着先进机器人技术的到来，这个行业将发生翻天覆地的改变。但是，这里又存在一个基本的问题：为什么该行业还没有采用更多的自动化？毕竟，把汉堡和卷饼配在一起这样的事情不像是精密制造工作。至少部分意义上讲，答案是：技术确实已经产生了显著的影响。虽然机器还没有完全大规模取代快餐工人，但是技术已经使得这些工作更加的非技能化，且快餐从业者在大多时候可以互换岗位了。技术把快餐工作推向了一个机械化的流水作业过程，快餐工人几乎不需要培训。[注]这就是为什么这个行业能够容忍高流动率以及最低技能水平的员工。技术使得这些工作

机会被牢牢固定在最低工资类别里。在美国，经通货膨胀因素调整后，自20世纪60年代末以来最低工资实际下降了12%以上。

埃里克·施洛瑟（Eric Schlosser）在他2001年出版的《快餐之国》（*Fast Food Nation*）一书中，谈到麦当劳如何在20世纪90年代就已尝试更先进的节约劳动技术。在科罗拉多斯普林斯的实验点，“机器人饮料机自己选择纸杯，加进冰块，然后加入苏打水”，而油炸薯条则是完全自动化的，“确实是先进的计算机软件在管理着厨房”。所有这些创新最终并没在各个麦当劳餐厅得到采用，很可能是因为工资水平始终很低。然而，这种情形不可能无限期持续下去。最终，技术进步将到达一个地步，那时低工资将无法抗衡进一步自动化的好处。引入更多的机器也可能带来比单纯降低劳动力成本更重要的优势，比如提高质量、保障产品一致性或者利用自动化制作会更加卫生这样的消费者认知。还有，机器人制作或许能和其他新兴技术达成协同效应。例如，今天我们很容易想象，一个移动应用程序可允许用户安排一顿完全自定义的饭菜，可以提前支付，然后约好送餐时间，在20世纪90年代这样的情形可能只是幻想。所有这一切的结果是，节约劳动技术在诸如快餐这样的行业里不大可能会以一种稳定的、可预测的方式发展。相反，它可能会长期保持相对稳定，然后一旦事情达到一个临界点，则发生一个质的飞跃，迫使人们重新评估工人和机器之间的权衡关系。

另一个要考虑的是消费者面临失业或收入减少时的行为。消费者认为的长期或永久的收入变化将比短期变化对他们的消费行为产生更大影响。经济学家对此有一个秒称：“永久收入假说”。它是由诺贝尔经济学奖得主米尔顿·弗里德曼正式提出来的。然而，在大多数情况下，它只相当于简单的常识。如果你中了彩票赢得上千元，你可能会花一部分，把剩下的钱存起来，但你不大可能会对你的消费行为做出重大、持续的更改。毕竟这只是你收入上的一次性变化。另一种情况，如果你的薪金每个月涨1 000美元，你则很可能会租一辆新车，开始更多去外面吃饭，甚至搬到更好的房子里住。

历史上，失业一直被认为是一种短期现象。如果你丢掉了工作，但有信心在很短的时间内找到薪酬相当的新职位，你可以选择利用储蓄或使用信用卡保持几乎相同的消费水准。在战后时期，公司经常把员工裁掉数星期或数月，形势改善再把他们聘请回来。现在的情况显然是完全不同的。2008年金融危机后，长期失业率飙升至空前的水平，就历史标准来衡量如今的情况也是非常严峻的。即使是那些经验丰富的，能设法找到一份新工作的工人，往往也不得不接受报酬较低的岗位。消费者如今仍然没有摆脱这样的现实问题。因此，我们有理由推测，失业的含义可能会逐渐发生变化。随着越来越多的人把失业看作是一种长期的甚至在某些情况下永久的情况，可能失去工作对他们消费行为的影响会进一步被放大。换句话说，历史记录未必能很好地预测未来：随着科技发展对消费者的影响越发明显，消费者可能会选择比以往更加有力地削减开支。

真实世界经济的复杂性在很多方面有点类似于气候系统，仿佛一张无法穿透的、布满了相互依赖关系和反馈效果的网。气候科学家告诉我们，随着二氧化碳在大气中的含量增加，我们并不能预期稳定、持续的气温升高。相反，平均气温将会沿着一条有起伏的整体向上的曲线前进，有时候平缓上升，但非常可能的是，有时候几年甚至更长的时间里都是相对的低温。我们也可以预想到风暴等极端天气事件将会增加。当收入和财富变得越来越集中，越来越多的消费者因疲软的购买力挣扎，一个多少有些类似的状况可能就会在经济中发生。像生产率或失业率这样的衡量尺度将无法平滑推进，发生金融危机的可能性也可能会增加。气候科学家们也担心临界点。举个例子，气温升高的一个风险是可能导致北极苔原融化，释放出大量的封存碳，从而进一步造成气候加速变暖。同样，在未来的某个时刻，快速的技术创新可能会改变消费者对于失业可能性和失业期的预期，使他们大力削减支出。如果这样的情形发生，很容易就会看到它将如何引发一轮经济下行旋涡，这样的灾难甚至会影响到那些对于技术威胁不敏感的工作。

当不平等扩大，经济增长是否可持续?

如同我们所看到的，即使消费已变得越来越集中，美国的总体消费支出目前为止仍保持持续的增长：消费排在前5%的家庭占据了总消费量的近40%。真正的问题是，随着信息技术继续无休止地加速发展，这一趋势是否可能在未来几年甚至几十年持续下去。

尽管这5%的家庭收入相对较高，但他们当中的绝大多数仍是非常依赖就业的。在这些顶层家庭之中，收入集中化仍然达到了惊人的程度。那些真正富有的、能够继续完全依靠已积累的财富进行消费的人实在是太少了。大衰退后复苏的第一年，消费排在顶层1%的人享受了95%的收入增长。

这前5%的家庭主要包括至少拥有一个大学学历的专业人才和知识型员工。然而，正如我们在第四章里看到的，许多这样的技能型岗位正好处在技术进步的核心区域。软件自动化可能会完全淘汰这样的一些岗位。其他的一些岗位可能最终会被非技能化，从而压低工资。境外生产及向基于大数据的管理方法过渡需要的分析师和中层管理人员减少，也成为许多岗位的潜在威胁。除了会直接影响到已经位于消费顶层的家庭，这个趋势也将令年轻工人很难攀爬到能让收入和支出水平达到平衡的岗位。

最重要的是，前5%的家庭看起来越发像是整个就业市场的一个缩影：它自己本身也面临空心化的风险。随着科技的进步，未来拥有足够可支配收入并有信心进行强劲消费的美国家庭数量很可能会继续收缩。许多这样的顶层家庭从经济上可能比其收入所体现的要脆弱，这个事实进一步增加了风险。这些消费者往往集中在生活成本较高的城市地区，而且在许多情况下，他们可能并不感觉特别富裕。他们当中的相当一部分人是通过婚姻步入这前5%的行列，比如与另一个高收入的大学毕业生结合。然而，住房和教育成本往往太高，如果这样的家

庭当中的其中一个人失去了工作，该家庭将面临相当大的风险。换句话说，在一个双工资收入的家庭里，突如其来的失业导致消费大幅削减的可能性实际上增加了一倍。

随着技术给顶层家庭带来的压力不断增长，我们更难指望底层95%的家庭的前景会迎来显著改善。机器人技术和自助服务技术将继续在服务行业抢占领地，压低工资，给相对非技能型的工人留下更少的选择。自动驾驶车辆或具建筑规模的3D打印机可能最终会破坏数以百万计的就业机会。许多这样的工人可能会遭遇向下流动性，有的可能会选择完全离开工作岗位。还可能有的一个风险便是，随着时间的推移，越来越多的家庭最终将以非常接近维持生计水平的收入生活。我们很可能看到，更多的购物者在午夜排队等待政府给他们的电子收益转移卡发放补贴，以养家糊口。

当收入不再增加，进一步举债将是允许底层95%的家庭多花钱的唯一途径。正如赛纳门和法扎里所发现的，正是20年来使得美国消费者继续拉动经济增长的借贷导致了2008年的金融危机。然而，金融危机过后，家庭资产负债状况不力，信贷标准大幅收紧，所以很多美国人无法支持进一步的消费支出。即使这些家庭重新开始获得信贷，那也必然是治标不治本。在收入不增加的情况下，债务增加是不可持续的，同时还会有一个明显的危险，即贷款违约可能最终促成新的危机。在学生贷款这个低收入美国人仍然比较容易获得的信贷领域，债务负担率已经增长到非常高的比例，在未来的几十年，高校毕业生们在偿还这些借款后将没有可支配收入（更不用提那些没拿到学位的学生）。

尽管我在这里的讨论是理论性的，但是有统计证据可以支持这个论点，即收入不平等会损害经济增长。经济学家安德鲁·G·伯格（Andrew G. Berg）和国际货币基金组织的乔纳森·D·奥斯特里（Jonathan D. Ostry）在2011年4月的一份报告中研究了大量的发达和

新兴经济体，得到了“收入差距是影响经济可持续增长的一个重要因素”的结论。伯格和奥斯特里指出，各经济体很少能看到持续数十年的稳定增长。相反，“短期的高速增长不时会迎来崩溃，有时是停滞，即经济增长有山丘、河谷，也有高原”。成功经济体的不同之处在于其持续增长的时间。经济学家们发现，较高的不平等水平与经济增长持续时间较短有着紧密的关系。事实上，不平等水平每降低10个百分点会带来50%的增长持续时间。经济学家们在国际货币基金组织的博客发文警告说，美国极端的收入不平等对于该国的未来发展前景有着明确的含义：“有些人不考虑不平等，而只是关注整体增长，他们认为事实会是水涨众船高。”然而，“当几只游艇成为远洋客轮，而其余的仍是低级的独木舟时，事情就相当不妙了”。

长期风险：被机器挤压的生存空间

2009年我出版了第一本以自动化为主题的书之后，一些读者写信向我指出，我忘了讨论很重要的一点：机器人可能确实会压低工资或造成失业，但它们带来的更高效的生产也将使一切更加廉价。所以，即使你的收入下降了，你仍然可以继续消费，因为想购买的东西价格也降低了。这似乎有道理，但我们要注意几个问题。

最明显的问题是，很多人可能会完全失业，以至于实际上达到零收入。在这种情况下，低价解决不了他们的问题。此外，影响一般家庭预算的最重要的因素对技术不那么敏感，至少从中短期来看是这样。比如，土地、住房和保险的成本都与一般资产价值紧密相关，而后者又依赖于整体生活水平。这就是为什么像泰国这样的发展中国家不允许外国人购买土地，那样做可能导致价格被哄抬到一个点，以至于这个国家的公民负担不起住房。如同我们在第六章里看到的，医疗保健费用也可能代表着机器人近期需要面临的一个挑战。自动化可能

对加工制造和一些可支配性服务产生最大、最直接的影响，尤其是在信息和娱乐领域。然而，这些东西只是大多数家庭预算中相对较小的一部分。更昂贵的方面，比如食品、能源、医疗保健、交通运输和保险在短期内则不太可能快速降低成本。一个真正的危险是，很多家庭最终会被挤压在收入停滞或下降与重要支出项目成本持续上涨之间。

即使技术最终能够全面地降低价格，这样的情况也存在一个关键问题。历史的繁荣之路上，通常工资增长比物价增长要快。如果有人从1900年穿越时空来到现代超市，可想而知他会为超市里的高物价感到震惊。然而，相比1900年的情形，我们现在花费在食品上的收入份额减少了很多。即使食品的名义价格已经大大上涨，但其实际价格却变得便宜了。出现这种情况是因为收入增长的幅度更为显著。

现在设想一下相反的情况：收入正在下降，但价格下降得更快。从理论上讲，这也意味着你的购买力正在增长：你现在应该可以买到更多的东西。但在现实中，通货紧缩是一种非常难以解决的经济状况。第一个问题是，通货紧缩周期很难打破。如果你知道未来价格会更低，为什么要现在买？于是消费者犹豫不决，等着更低的价格，而这又迫使价格进一步降低，商品及服务减产。第二个问题是，在实践中，雇主实际上往往很难降低工资。他们取而代之的是裁员，因此通货紧缩通常伴随着失业率的飙升，而这同样最终会导致更多的消费者没有收入。

第三个主要的问题是，通货紧缩会使得债务失控。在一个通货紧缩的经济下，你的收入可能会下降（假设你足够幸运，有收入的话），你房屋的价值可能下跌，股市也很可能会走向熊市。不过，你要偿付的抵押贷款、车贷和学生贷款却不会下降。债务是以名义形式固定的，因此随着收入下降，借款人受挤压，拥有的用于消费的可支配收入甚至更少。因为税收收入大幅下挫，政府也同样遇上麻烦。如果这种情况持续下去，最终贷款违约率可能会大增，银行业危机也可

能逐渐逼近。通货紧缩真的不是我们想要看到的局面。历史经验表明，比较理想的是一条缓和的通货膨胀轨迹，这时候收入增长幅度比居民消费价格增长幅度要大，使得我们更有能力负担我们希望购买的东西。

家庭被挤压在收入停滞和成本上升之间，或直接的通货紧缩，无论是这两种情况中的哪一种，在消费者削减支出时，最终都有可能引发严重的经济衰退。正如我前面所说，还有一种风险是，随着越来越多的人很理性地对长期失业或甚至被迫提前退休的前景表示担忧，不断显现的技术破坏可能从根本上改变消费者的消费行为。在这种情况下，政府通常采用的用以应对经济衰退的短期财政政策，比如增加政府支出或纳税人一次性税收返还，可能就不会特别有效。这些政策的目的是立即给经济注入需求，增大开支刺激经济复苏，激起经济的自我恢复能力以增加就业。但是，如果新型自动化技术允许企业能够达到增加需求的目的却不用雇用很多的工人，那么这些政策对于失业的改变很可能不会令人满意。中央银行的金融措施将遭受类似的问题：可以印刷更多的货币，但不雇用员工就没有拥有强大购买力的消费者。[注]总之，要想直接解决消费者担忧他们长期收入停滞的问题，传统经济政策的效果可能非常有限。

由于家庭越来越无力偿付债务，还会有出现新的银行危机和金融危机的风险。比例相对较小的不良贷款也可以对银行体系造成巨大的压力。2008年金融危机的爆发，正是因为2007年次级贷款借款人开始大批拖欠贷款。尽管次级贷款的数量在2000~2007年大幅飙升，但是在其高峰时期，它们仍然只占美国新型抵押贷款的约13.5%。当然，那些违约贷款的影响由于银行使用复杂的金融衍生品而大幅放大，该风险至今尚未完全消除。美国等10个发达国家的银行监管机构2014年联合发布警示性报告称，在解决与衍生工具相关的风险方面，“危机过后5年，大公司仅取得了一些进展”，并且“进展是不均衡的，而且就整体

而言并不理想”。换言之，即使是局部的贷款违约也可能会引发另一场全球性危机，这样的危险仍然非常真实。

如果全球经济体系最终设法适应了新的现实，恐怕那会是最可怕的情况。在不可阻挡的创造性破坏过程中，目前推动我们经济的大众行业将被新的专门面向超级富豪精英生产高价值产品和服务的新行业所取代。绝大多数人实际上将丧失权利，经济流动性将不复存在。富豪阶层将远离普通人，将他们隔绝在门控社区或精英城市，这些地方也许使用自动军事机器人和无人机看守。换句话说，我们会看到类似于在中世纪盛行的封建制度的复苏。不过其中一个很重要的区别是：中世纪农奴是当时的体制中必不可少的，因为他们提供了农业劳动。在未来的由自动化封建主义统治的世界，农民在很大程度上则是多余的。

2013年的电影《极乐世界》描述了富豪们移居到一个伊甸园般的绕地旋转的人造世界，这部电影很好地把未来的这种反乌托邦愿景呈现了出来，甚至有些经济学家也开始担心这种前景。诺亚·史密斯（Noah Smith）是一个人气很高的经济学博客作者，他在2014年的一篇帖子中警示性地描述了这样一个可能的未来画面：“拥挤不堪、衣衫褴褛的游民蹒跚在饥饿的边缘”，徘徊在那些保卫精英阶层的大门之外，而“跟人类社会某些人为的专制不同，机器人的专制不会受到舆论变化的影响。底层人士爱怎么想就怎么想，但机器人大帝会有枪。情况永远是这样”。即使是对于悲观科学的践行者来说，这也是相当惨淡的画面了。[注]

技术和劳动力老龄化

每一个工业化国家都有一个稳步老龄化的人口，随着婴儿潮一代到达退休年龄退出劳动力市场，很多人预测，工人短缺成为迫在眉睫的问题。巴里·布鲁斯通和美国东北大学的马克·梅尔尼克在2010年撰写的一份报告中预测，劳动力老龄化的一个直接结果是，到2018年，美国有可能出现多达500万个空缺职位，并且“预计社会部门里所有新工作岗位的30%~40%”可能会“无人问津，除非老迈的工人加入这些岗位，把它们作为返聘职业”。作者将这些新工作岗位定义在包括像医疗、教育、社区服务、艺术和政府这些领域里。这个预测显然与我在本书中提出的论点大为相左。关于未来的景象哪一个是正确的呢？我们是将面临广泛的技术性失业及更为严重的不平等，还是随着雇主想方设法找到工作适龄人口来填补空缺职位，工资水平最终将重新回暖?

相比其他许多发达国家特别是日本面临的真正的人口危机来说，工人退休对于美国的影响算是相当轻微的。如果美国等发达国家确实将面临广泛的劳动力短缺问题，我们可以预计这个问题将首先在日本凸显。

然而，到目前为止，日本经济呈现广泛劳动力短缺的证据非常少。当然，在某些特定的领域短缺确实存在，最显著的是低薪的老年人保健工作者。当日本开始准备2020年的东京奥运会时，日本政府也表达了对于熟练建筑工人可能会短缺的担忧。但是，如果工人普遍短缺，其结果应该是工资的普遍上涨，而确实又没有证据证明这一点。自从日本的房地产和股市于1990年崩盘以后，它经历了20年的经济停滞甚至彻底的通货紧缩。日本经济并没有产生大量无人问津的岗位，倒是造就了一代迷失的被称为“飞特族”（freeters）的年轻人，他们始终无法找到稳定的职业道路，并往往到了30多岁甚至40多岁还与父母同住。2014年2月，日本政府宣布其2013年的基本工资在扣除通货膨胀因素后实际下跌了约1%，继2008年金融危机之后再次达到16年来的新低。

普遍的劳动力短缺在别的地方甚至更难发现。截至2014年1月，欧洲两个快速老龄化最严重的国家意大利和西班牙的青年失业率均处于灾难性的水平：意大利是42%，西班牙是更惊人的58%。当然，虽说这些夸张的数字是金融危机的一个直接结果，但我们仍然想知道预计的劳动力短缺要多久才能起到降低年轻工人失业率的效果。

我认为，日本得到的一个最重要的教训呼应了我一直在本章中阐述的观点：工人也是消费者。随着个体年龄增长，他们最终会退出劳动力市场，但他们也趋向于较少的消费，并且消费越来越向医疗保健方面倾斜。因此，虽然可用工人数量可能减少，但是对于产品和服务的需求下降，又意味着就业机会的减少。换句话说，工人退休的影响可能主要会是一种清理效应。由于老年人因收入下降而相应减少支出，那又很有可能成为怀疑经济增长是否会持续下去的另一个重要理由。事实上，在像日本、波兰和俄罗斯这样的人口实际在下降的国家，考虑到人口对于经济的重要决定作用，长期来看经济停滞甚至萎缩将难以避免。

即使是在人口持续增长的美国，也有充分的理由担心人口状况会抑制消费支出。传统养老金方案向固定缴纳计划的过渡使得大量美国家庭在迈向退休的时候面临非常脆弱的经济环境。在一篇发表于2014年2月的分析中，麻省理工学院经济学家詹姆斯·波特巴（James Poterba）发现，年龄在65~69岁之间的美国家庭，退休账户余额在5 000美元以下的达到了50%。据波特巴的研究，即使一个有10万美元退休储蓄的家庭，如果把所有的余额都用于购买固定年金，那它每年也只能获得大约5 400美元（或450美元每月）的收入保证，而且这还是在生活成本没有增加的前提下。换句话说，有太多的美国人可能最终得几乎完全依靠社会保障生活。2013年，平均月社保支付额约为1 300美元，一些退休人员拿到的数额甚至低至804美元。这些收入可没法支持强劲的消费，特别是考虑到目前每月还要扣除约多达150美元的医疗保险费用（并且还可能增加）。

在日本，某些特定的领域当然存在工人短缺的情况，特别是那些与老龄化趋势有直接关联的领域。回想一下第六章里谈到的，劳工统计局预计老年保健相关领域如护理和个人护理辅助将在2022年之前创造约180万个新的就业机会。但是，如果你把这个数字同2013年由牛津大学的卡尔·本尼迪克特·弗雷和迈克尔·A·奥斯本的研究结果结合起来，看起来似乎很难否认我们将会面临全面的工人短缺。后者表明覆盖美国47%总就业的共约6 400万个工作岗位有可能“在10年或20年”之内实现自动化。事实上，老龄化趋势加上不断加剧的不平等很可能会削弱消费支出，而不是抵消掉技术的影响。需求疲软随后可能引发工作流失的二次浪潮，从而影响那些不受到自动化直接影响的职业。注

中国和其他新兴经济体的消费需求

由于不平等和人口因素结合在一起，抑制了美国、欧洲和其他发达国家的消费支出，迅速增长的发展中国家的消费者被视为能弥补这一损失。这些希望特别指向了中国，中国惊人的经济增长速度让很多人预测其可能在未来10年左右的时间里成为世界上最大的经济体。

我认为，怀疑中国和新兴世界的其他地区很快成为全球消费需求的主要驱动力的理由有很多。第一个问题是，中国自身面临着庞大人口的冲击。

中国的独生子女政策在控制人口增长方面取得了成功，但它也造成了一个迅速老龄化的社会。到2030年，中国将有超过2亿老年公民，大约是2010年的两倍。到2050年，超过1/4的国家人口将在65岁以上，有超过9 000万人至少达到80岁。曾经国有企业提供养老金，但市场经济在中国的发展导致了这些“铁饭碗”的终结。退休人员将在很大程度上需要自己养活自己，或是依靠他们的孩子，但急剧下跌的生育率已

导致了显著的“1–2–4”问题，即一个处在工作年龄的成年人最终要帮助养活父母、祖父母和外祖父母。

老年公民缺乏社会保障可能是中国惊人的高储蓄率（估计高达40%）的一个重要原因。相对收入来说，房地产的高成本是另外一个重要因素。很多工人日常省下超过一半的收入，就是为了某一天能够付房子的首付。

各个家庭把如此巨大的一笔收入储蓄起来，明显没有进行很多消费，事实上，个人消费仅占中国经济约35%，大致是美国的一半。相反，中国的经济增长一直主要依靠制造业出口和超乎寻常的大量投资。2013年，在中国国内生产总值中，对工厂、设备、房屋和其他基础设施等方面的投资所占比例从2012年的约48%上升至54%。几乎所有人都认为这在根本上是不可持续的。毕竟，投资最终还是要为自己来埋买单，而出现这种情况就是由于消费的原因：工厂要生产那些可以获利的商品，新建住房要能租用出去等等。中国需要调整经济结构以促进国内消费，这一点政府已经认识到并广泛讨论了多年，但目前几乎仍没有实质性的进展。用Google搜索短语“中国经济再平衡”（China Rebalancing），会得到超过300万个网页，我怀疑里面几乎所有都在说大致相同的事情：中国的消费者需要跟上潮流，并开始购买东西。

问题是，要实现这一点需要大幅提高家庭收入，以及解决导致储蓄率飙升的问题。一些诸如提高养老金和改善医疗保健系统的举措，可能有助于减少各个家庭所面临的财务风险。中国的央行最近也宣布计划，放宽控制储蓄账户利率的规定。这可能变成一把双刃剑，一方面提高了家庭收入，另一方面又进一步增加了储蓄的动力。允许存款利率上升也可能威胁到中国的许多银行，它们正从低利率中获利。中国人储蓄倾向背后的一些因素可能很难解决。经济学家魏尚进和张晓波提出，高储蓄率可能是由中国的独生子女政策导致的性别失衡引起

的。因为女性稀缺，婚姻市场的竞争非常激烈，男人往往要积累大量的财富，或拥有一套房子来吸引潜在的配偶。当然，很可能也只是因为勤俭节约是中国的传统文化。

人们常常说，中国面临着未富先老的危险，但我觉得人们很少认识得到，与中国比赛的不只是它的人口问题，还有技术问题。我们在第一章中看到，中国的工厂已经正在积极引进机器人和自动化。一些工厂正在向发达国家回流，或是搬到了像越南这样更低工资的国家。回顾一下图2–8，清楚地显示出技术进步给美国制造业就业带来长达60年的下降。最终，中国将不可避免地走上基本相同的道路，而且其工厂就业率的下降甚至有可能比美国还要迅速。虽然美国工厂的自动化进展与新技术发明一样快，但中国的制造业在许多情况下可以直接简单地从国外引进领先的技术。

为了使这种转变不引起失业率的激增，中国将不得不在服务行业雇用不断增加的劳动力。然而，发达国家走过的典型道路是先在强大的制造业基础上富起来，然后再过渡到服务型经济。随着收入的增加，各个家庭一般将收入的大部分花在服务业上，因此有助于在工厂部门以外创造就业机会。美国利用“二战”的“黄金期”建立了一个强大的中产阶级，当时技术发展迅速，但远不能完全替代工人。在机器人时代，中国面临着做出类似的壮举，但在这样一个时代，机器和软件将越来越多地威胁到不只是制造业的就业，还有服务业本身的就业。

即使面向国内消费中国经济重回平衡轨道，但对中国消费市场向外国企业全面开放的希望看起来还是太过乐观。在美国，金融和商界精英从全球化中获利巨大，社会最有政治影响力的行业有强大的动力保持进口流动性。中国的情况则完全不同了。中国的精英们大多隶属于政府，他们主要关心政治权力，大规模失业和社会动荡也许是他们最大的恐惧。如果面对如此前景，毫无疑问，他们会选择实施公开的保护主义政策。

中国面临的挑战对更穷的国家来说更为艰巨，它们在技术的比赛中远远落在后面。因为就连劳动最密集的制造业领域都开始更多地采用自动化，所以对这些国家来说，通向繁荣的传统道路可能在很大程度上要消失了。一项研究表明，1995~2002年，全球有2 200万的工厂工作蒸发。与此同时，制造业产出增长了30%。完全想象不出在这样一个不再需要更多低工资工人的世界，亚洲和非洲贫穷的国家将如何有显著改观。

随着先进技术不断推动收入和消费的不平等，它最终将破坏对于持续繁荣至关重要的充满活力和广泛的市场需求。消费市场的作用不只在支持当前经济活动中很关键，其在推动创新的过程中也很重要。虽然新的想法是由个人或团队产生的，但最终还是消费市场为创新创造动机。消费者也能决定哪些新想法会成功，哪些注定要失败。这种“群体智慧”功能是达尔文优胜劣汰过程必不可少的，通过它能使最好的创新脱颖而出，最终运用在整个经济和社会中。

虽然人们普遍认为，企业的投资应主要集中在更长远的未来，在很大程度上不应受到当前消费的影响，但历史数据显示，这是一个谬见。自20世纪40年代以来，在美国几乎所有的经济衰退中，投资都在急剧下降。企业做的投资决定深深受到当前经济环境和短期前景的影响。换句话说，今天不温不火的消费需求可能会剥夺我们繁荣的未来。

在消费者继续艰难挣扎的环境下，许多企业将倾向于把重点放在削减成本，而不是拓展市场上。为数不多的前景相对较好的未来投资可能是在节省劳动力的技术方面。而风险投资和研发投资可能会大量流向专门能摆脱工人劳动或将工作去技能化的创新。这样下去，我们最终可能会有大量的求职机器人，但能提高整体生活质量的、基础广泛的创新却很少。

本章中我们看到的趋势，我认为都是很现实甚至保守的技术发展路径。毫无疑问，那些主要涉及执行比较常规和可预见任务的职位，在未来10年左右的时间内将会很容易受到自动化进步的影响。随着这些技术不断改进，越来越多的就业岗位将受到影响。

但是，还有一个更极端的可能性。很多技术人员，其中一些被认为是他们行业的佼佼者，对最终的可能性有一种更为激进的观点。在下一章中，我们将公正地看待一些真正先进、也更具猜测性的技术。可能在可预见的未来，这些突破还将只存在于科幻小说中。但如果它们最终得以实现，那将大幅增加技术失业飙升和收入不平等加剧的风险，可能最终会导致比我们目前关注的经济风险更为危险的情形。

---

1. 当然，并非所有的机器人都用于生产当中，还有消费型的机器人。假设你有一天拥有你自己的机器人，它能够操持一些家居相关的事情，它可能会“消费”电力，并且需要维修和保养。然而，从经济学角度讲，你是消费者，机器人则不是。你需要工作和收入，否则将无法支付你的机器人的运行成本。拉动最终消费的不是机器人，而是人。（当然，我们可以设想机器人不是严格意义上的机器智能，它们具有情感并得到经济自由这个能让它们充当消费者的必要条件。我们会在下一章探讨这种推测的可能性。）

2. 很重要的一点是，零售额只是整体消费的一小部分，整体消费的技术名称叫作“个人消费支出”（PCE）。个人消费支出通常占国内生产总值的大约70%，它包括所有的消费者所购买的产品和服务以及住房支出，住房支出可以是租金也可以是“虚拟租金”（用于房主自住房屋的测度）。

3. 克鲁格曼的主要异议是基于一个事实，即消费者未必会持续停留在某个收入分配水平。有些人这一年的状况可能好极了或者糟透了，这时候他们的消费支出更多起到的是预期功能而不是对于目前状况的描述。（我们很快会看到，这一点和所谓的“永久性收入假说”大有关联。）因此，克鲁格曼认为，单单看着任何某个时刻的数据“一点也告诉不了你会发生什么”。他指出：“经济学不是一部道德剧”，不只如此，他甚至认为我们拥有“充分的就业是基于人们对游艇、豪车及私人教练和名厨服务这类产品的消费”。我对此持怀疑态度（且看本章后面的“技术封建主义”部分）。正如我在前面指出的，几乎所有构成了现代经济的主要产业都生产大众市场产品和服务。游艇和法拉利汽车还没有那么足够的重要性来持续抵消大众需求的下降，要知道后者是关于99%的消费者都要购买的各种各样的东西。不管怎样，游艇和法拉利汽车的生产将日益自动化。而0.01%的高端消费者又能真正需要多少私人教练和知名厨师呢?

4. 这种“快餐效应”可能会在其他许多领域的技能型工人当中日益凸显。根本不用等机器人完全替代这些工人，技术可能早早地就会使这些工作非技能化，从而压低工资水平。非技能化的一个典型例子是关于伦敦的出租车司机。进入这个行业需要记住海量的伦敦街道的布局信息，这些信息被称为“知识”。从1865年以来，记住这些“知识”是伦敦出租车司机必须具备的要能力。伦敦大学学院的一位神经科学家埃莉诺·马圭尔（Eleanor Maguire）发现这样的识记其实引起了司机大脑的一些改变：平均而言，伦敦出租车司机比其他职业的人开发出了更大的大脑记忆中心（或海马体）。当然，基于全球定位系统的卫星导航的出现大大减少了这些知识的价值。虽然掌握“知识”的出租车司机才能驾驶著名的“黑色”出租车（现已不再是黑色，涂满了五颜六色的广告），他们仍是伦敦道路的主角，但这主要是由于政策管制。没有“知识”的司机需要提前预约，他们不能在街上停车揽客。当然，由于如优步这样的新型服务可以让你用智能手机预约出租车，可能很快会使得路边招手停车这样的方式成为过去式。出租车司机可能最终会被自动驾驶车辆完全取代，但远不用等到那个时候，技术很可能早早地就使得出租车司机工作非技能化，从而也降低他们的工资。或许政策会保护伦敦出租车免于这个宿命，但其他很多行当的工人就不会这么幸运了。

5. 像美联储这样的中央银行印发货币时，它通常会购买政府债券。交易结算时，它将资金存入债券卖家的银行账户。这些是新印制的金钱，它仿佛是无中生有。这些钱进入银行系统后，接下来的想法自然是银行进行贷款。这里就涉及部分准备金银行制度。银行必须将这笔新资金的一小部分留在手头，但可以将大部分借出。期望的运行方式是，银行将这笔资金贷给企业，然后企业可以扩大规模，雇用更多的人。又或者银行可以把资金贷给需要花钱的消费者，从而创造新的需求。无论是哪种方式都将创造新的工作机会，而钱（购买力）则将流向消费者。最终，这些钱被再次存入银行，然后大部分又可以再次被贷出，如此往复。这样一来，新创造的货币贯穿整个经济，实现增值，这一般是卓有成效的。但是，如果自动化技术最终使得企业能够在不用雇用太多员工的情况下就能扩大规模或满足新的需求目标，又或者如果需求太弱，企业无意借款，那么这些新创造的货币就很难流入消费者手中，因此便不会被花费，也不会产生期望的增值效果，它只会在各个银行体系流转。这或多或少是2008年金融危机中所发生的情况：并不是因为工作自动化，而是因为银行找不到信用良好的借款人，而且不管怎样就是没有人想要借款。每个人都只是想守住自己的现金。经济学家把这种状况叫作“流动性陷阱”（liquidity trap）。

6. 在《极乐世界》电影中，底层人物们最终通过入侵系统渗透了精英们的堡垒，这至少是这个场景下的乐观一笔。精英们必须得非常小心了，信任谁的设计，将技术交由谁管理，都需要注意。黑客和网络攻击很可能是持续的精英统治将面临的最大危险。

7. 例如，要在一个提供全方位服务的餐厅从事伺餐工作将需要非常发达的机器人，这是我们不太可能很快看到的。然而，一旦消费者为消费开支犯难，餐厅饭菜将是首当其冲丧失需求的商品，所以服务员仍然会处于危险之中。

第九章
超级智能和奇点

2014年5月，剑桥大学物理学家史蒂芬·霍金写了一篇文章，发出了人工智能迅速发展的危险警报。在英国的《独立报》（*The Independent*）上，霍金以及其他的合著者，包括麻省理工学院的两位物理学家马克斯·泰格马克（Max Tegmark）和诺贝尔奖获得者弗兰克·维尔切克（Frank Wilczek），以及加利福尼亚大学伯克利分校的计算机科学家斯图尔特·罗素（Stuart Russell），一起写文章警告说，创建一台真正能思考的机器“将是人类历史上最大的事件”。一台超出人类智力水平的计算机可能会“超越金融市场，超越人类研究者的发明，超越有控制能力的人类领导者，研发出一些我们甚至无法理解的武器”。把这一切视为科幻小说，则“有可能是我们历史上最糟糕的错误”。

到目前为止，我所描述的技术，比如能搬箱子或做汉堡的机器人，能创作音乐、写报告，或在华尔街交易的算法，都可以归类为专业或“弱”人工智能。即使是IBM的沃森，这个迄今为止机器智能最成功的示范，都远比不上一般的人类智能。事实上，在科幻小说的领域之外，所有的功能性人工智能技术其实都是弱人工智能。

然而，我在这里提出的其中一个主要观点是，现实世界人工智能的专业化性质并不一定会阻碍很多工作最终实现自动化。大部分劳动力从事的工作任务在一定程度上是常规和可预见的。我们已经看到，迅速升级的专业机器人或依据大量数据的机器学习算法，最终将对各种技能水平的职业构成威胁，这一切都不需要机器能像人一样思考。计算机要取代你的工作并不需要复制你所有的智力，它只需要完成你为获得报酬所做的具体事情就好。事实上，大多数人工智能的研发，

以及几乎所有的风险投资，都继续把重点放在专门的应用程序上，而我们有充分的理由相信，在未来几年甚至几十年，这些技术会变得更加强大和灵活。

虽然这些专业化技术继续产出实用的成果并能吸引投资，但一个更为严峻的挑战潜伏在后面。建立一个真正的智能系统，一台可以构思新想法，可以意识到自己的存在，可以进行连贯对话的机器仍然是人工智能所追求的“圣杯”。

对创造一台真正能思考的机器的着迷至少可以追溯到1950年，当时阿兰·图灵发表了一篇论文，开启了人工智能时代。在随后的几十年中，人工智能的研究经历了繁荣与萧条的周期循环，人们对它的期望一再飙升，不考虑任何现实的技术基础，特别是当时的计算机速度。当失望在所难免时，投资和研究活动迅速减少，而所谓“人工智能寒冬”的长期停滞也接踵而至。不过，春天已经再次来到了。今天计算机的超凡力量，以及人工智能研究在特定领域的进步，还有我们对人类大脑的理解，这些结合在一起，使得形势极为乐观。

最近一本关于高级人工智能影响的书的作者詹姆斯·巴拉特（James Barrat），对200名人类水平而非弱人工智能研究人员做了一次非正式调查。在这个领域内，人类水平的人工智能被称为“强人工智能”（artificial general intelligence）。巴拉特让计算机科学家们在强人工智能何时实现的四个预测时间中做出选择。结果是：42%的人认为能思考的机器将在2030年前创造出来，25%的人选择在2050年前，20%的人认为2100年之前会发生，只有2%的人认为永远不会发生。值得注意的是，一些受访者在对他们的调查写评论时表示，巴拉特应该加进一个更早的选项——或许是2020年。

该领域的一些专家担心可能又会形成期望的泡沫。在2013年10月的博客文章中，Facebook新成立的人工智能研究实验室主任雅恩·乐昆（Yann LeCun）警告说，“因为炒作，人工智能50年里‘死’了4次：人

们夸下海口（通常是为了打动潜在的投资者或投资机构），却无法拿出成果。结果是，造成了激烈的对抗反应”。同样，纽约大学教授、认知科学专家和《纽约客》博主加里·马库斯（Gary Marcus）称，深度学习神经网络领域里近期的突破，以及IBM沃森的部分能力，已经明显被过度炒作。

不过，似乎很明显该领域已经获得了强劲的动力，特别是像Google、Facebook、亚马逊等企业的崛起带来了巨大的进步。以前从未有这样财大气粗的企业将人工智能放在业务模式的绝对核心地位，也从未有过人工智能研究在如此强大的企业之间被几乎定位成了竞争的焦点。类似的竞争也在国家之间展开。人工智能在集权国家的军队、情报机构和监视机构中正变得不可或缺。(注)事实上，一场由人工智能全面支持的军备竞赛很可能正在不久的将来酝酿。我想，真正的问题不是这个领域整体会不会真正面临人工智能寒冬的危险，而是进步是只局限在弱人工智能领域，还是最终也能扩展到强人工智能领域。

如果人工智能研究人员最终设法跨越实现了强人工智能，那结果应该不是一台仅能匹敌人类智力水平的机器。一旦实现了强人工智能，单靠摩尔定律就可以迅速创造出一台超出人类智力的计算机。当然，一台能思考的机器仍将拥有计算机目前具有的优势，包括计算能力，还有我们无法理解的信息访问速度等。不可避免的是，我们很快就要与一种前所未有的东西共享这个星球：一种真正不可思议和超群的才智。

这很可能只是一个开始。人工智能研究人员一般都相信，这样的系统最终会被用来引导自己的智力发展。它会专注于提高自己的设计，重新改写自身软件，或者使用进化规划技术来创建、测试和优化改进其设计。这将带来“循环改进”似的迭代过程。每次修改后，系统都将变得更聪明、更能干。随着循环不断加快，最终的结果将产生“智

能爆炸”，很可能最终生产出一台比任何人类都聪明十万甚至上百万倍的机器。像霍金和其他合著者说的，这“将是人类历史上最大的事件”。

如果这样的智能爆炸真的发生的话，肯定会对人类产生巨大的影响。事实上，它很可能对我们的整个文明都将造成破坏，更别说我们的经济了。用未来学家和发明家雷·库兹韦尔的话说，它会“撕裂历史的结构”，迎来一个被称为“奇点”的事件或者时代。

奇点

计算机先驱约翰·冯·诺依曼一般被认为是第一个将“奇点”这一术语运用在未来技术驱动事件中的人。据说他在20世纪50年代的某个时间说过，“一直在加速的进步……表面上接近人类历史上的一些重要奇点，我们知道没有它们，人类事务不能继续”。这一主题在1993年圣迭哥州立大学的数学家弗诺·文奇（Vernor Vinge）写的一篇论文中得到了充实，文章题为“即将到来的技术奇点”。文奇毫无保留地在论文开头写道：“在未来30年间，我们将有技术手段来创造超人的智慧。不久后，人类的时代将结束。”

在天体物理学中，奇点是指一个黑洞，通常的物理规律不再适用。在黑洞的边界或视界，引力强到光线自身也无法逃脱。文奇从类似的角度来看待技术奇点：它代表了人类进步的中断，直到奇点发生之前，所有的进步基本上都不明显。试图预测奇点之后未来将会是怎样的，就好比一个天文学家想要到黑洞里去看一看。

接力棒接下来传递给了雷·库兹韦尔，他在2005年出版了一本书《奇点临近：当人类超越生物学》（*The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*）。与文奇不同，库兹韦尔成了奇点主要的

宣传者，他毫无顾虑地试图窥视视界之外，给我们非常详细地介绍了未来将是什么样子的。他告诉我们，第一台真正的智能机器将在21世纪20年代末建成，奇点本身将在2045年左右发生。

库兹韦尔是公认的杰出发明家和工程师。他成功创立了一系列的公司，向市场推出了他在诸如光学字符识别、计算机生成语音和音乐合成等领域的发明。他被授予20个荣誉博士学位，以及国家技术奖章，并入选了美国专利局的名人堂。《公司》（*Inc.*）杂志曾称他为托马斯·爱迪生的“合法继承人”。

然而，他的《奇点临近》这本书则是一个奇怪的融合，里面有对技术加速充分和连贯的表述，还有一些看起来近乎荒谬的推测，比如，他由衷地渴望能通过到已故父亲的墓地采集其DNA，然后利用未来的纳米技术使其身体再生，最终让父亲复活。一个充满活力的社会，里面到处是聪明而又多姿多彩的人物，这些想法一起围绕在库兹韦尔周围。这些奇点人已经向前走了很远，建立了自己的教育机构。位于美国硅谷的奇点大学（Singularity University），提供关注指数技术的未经认证的研究生水平课程，其企业合作伙伴包括Google、基因泰克、思科和欧特克等。

库兹韦尔最重要的预言是，我们将不可避免地与未来的机器相融合。人类将通过植入大脑极大地增强智力，变得更强大。事实上，如果我们想要理解和控制奇点之后的技术的话，这种智力的增强是必不可少的。

也许库兹韦尔关于后奇点的畅想中最具争议和令人怀疑的方面，是奇点的追随者对“永生”前景的强调。奇点人大多数情况下都不希望死。他们计划通过“长寿逃逸速度”（longevity escape velocity）来实现永生，这个想法的意思是，如果你能坚持活足够长的时间，直到产生出延长生命的创新，那可以想见你将会达到不朽。这可能是通过采用先进的技术来保持和增强你的生物体，也或许通过将你的思维上传到

未来的计算机或机器人中来实现。库兹韦尔自然希望确保奇点发生时自己仍然还活着，所以他每天吞噬多达200种不同的药片和补品，并定期静脉注射其他物质。虽然许下巨大的承诺对健康和饮食书籍来说很常见，但库兹韦尔和他的医生，也是合著者特里·格罗斯曼在他们的书里将诺言提到了一个全新的高度，书名为《神奇之旅：长寿到足以永生》和《超越：九步让你健康活到永远》。

很多奇点运动的批评家都发现，这一切关于不朽和变革的说法都有深刻的宗教色彩。事实上，整个想法已经被讥讽为技术精英的准宗教和一种“书呆子的狂喜”。最近主流媒体对奇点的关注，包括2011年《时代》杂志的封面故事，让一些观察家担心奇点与传统宗教最终会交叉在一起。曼哈顿大学宗教研究教授罗伯特·杰拉奇（Robert Geraci）在一篇题为“库兹韦尔崇拜”的文章中写道，如果扩散到更多的人，该运动“将向传统的宗教团体提出一个严峻的挑战，因为比较而言，关于救赎的承诺可能看起来无力多了”。而库兹韦尔一方则大声否认有任何宗教内涵，并称他的预测是基于对历史数据可靠、科学的分析。

若不是硅谷整个万神殿的亿万富翁们都对奇点表现出了非常强烈的兴趣，那整个概念可能很容易就被人全部遗弃了。无论是Google的拉里·佩奇和谢尔盖·布林，还是支付宝的联合创始人（也是Facebook的投资人）彼得·泰尔都参与到了这件事情中。比尔·盖茨也称赞库兹韦尔预测人工智能未来的能力。2012年12月，Google聘请了库兹韦尔来指导其高级人工智能研究。2013年，Google分拆出一家新的生物技术公司，命名“加利福尼亚生命公司”（California Life Company，简称Calico）。新公司的既定目标是将研究集中在治愈衰老和延长人类寿命方面。

我个人的看法是，类似奇点的东西当然是可能的，但它绝非不可避免。当把这个概念去掉多余的负担（如对永生的假设），只把它当

作未来一段时间巨大的技术加速或破坏的力量来看待时，这个概念才是最有用的。可能奇点重要的催化剂，即超级智能的发明，最终证明是不可能实现的，或者只能在遥远的未来才有可能。[注]许多顶尖的脑科学研究人员也都表达了这一观点。在麻省理工学院研究认知科学60多年的诺姆·乔姆斯基说，我们离建立人类水平的机器智能还“遥不可及”，称奇点是“科幻小说”。哈佛大学心理学家史蒂芬·平克（Steven Pinker）对此表示赞同，他说：“没有丝毫的理由相信奇点会在未来实现。你可以想象出一个未来，并不能证明它就有可能发生。”戈登·摩尔的名字似乎注定永远要与指数级进步的技术有关，他也同样怀疑类似奇点的事情永远不会发生。

但是，库兹韦尔关于人类水平人工智能的到来时间有很多的拥护者。麻省理工学院的物理学家，也是霍金文章的共同作者之一马克斯·泰格马克，对《大西洋月刊》的詹姆斯·汉布林说：“这是非常近期内的事情。任何在思考他们的孩子在高中或大学应该学什么的人，都应该非常关心这一点。”其他人认为能思考的机器根本不可能实现，但却往前进了一步。例如，加里·马库斯认为强人工智能实现的时间至少是库兹韦尔预测的两倍，但也认为“很可能在21世纪结束前，机器就比我们聪明了——不只是在下国际象棋或解决小问题方面，而是在从数学和工程到科学和医学的各个方面”。

近年来，对人类水平人工智能的思考已经越来越脱离自上而下的编程方法，转而强调逆向工程，然后到模拟人脑。关于这一方法的可行性，以及在创建大脑功能仿真前的了解程度上有很大的分歧，一般来说，对于这一方法计算机科学家可能更看好，但那些有生物科学和心理学背景的人往往持怀疑态度。明尼苏达大学的生物学家P·Z·迈尔斯（P. Z. Myers）尤其持批判态度。在一篇回应库兹韦尔关于大脑将在2020年成功实现逆向设计的博客文章中，迈尔斯严厉斥责说库兹韦尔是一个“对大脑如何工作一无所知”的“疯子”，而且他有“编造胡话和发表与现实毫无关系的荒谬言论”的嗜好。

这也许是题外话。人工智能的乐观主义者认为，仿真并不需要忠实于生物大脑的每一个细节。毕竟，飞机不像鸟一样扇动翅膀。怀疑者们可能会回应说，我们对智力的“空气动力学”的理解还远不能造出任何“翅膀”，不管翅膀能不能扇动。而乐观主义者可能会反驳说，莱特兄弟是依靠修修补补和反复试验制造出了自己的飞机，肯定不是在空气动力学原理的基础上。这样一来，争论就继续下去了。

阴暗的一面

奇点人通常对未来智能爆炸的前景有着无限的乐观，但其他人则更为谨慎。在那些认真思考过高级人工智能带来的影响的专家看来，认为完全不可思议的超人类智能会被自然地用来增进人类福祉的假设过于天真。科学界的一些人非常担忧这一点，他们已经成立了一些小型机构来专门分析与先进的人工智能有关的危险，或是研究如何将“友好”放到未来的人工智能系统中。

在2013年出版的《我们最后的发明：人工智能及人类时代的终结》（*Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era*）一书中，詹姆斯·巴拉特描述了他称为“忙孩子的情境”。在一些秘密的地方，也许是政府的研究实验室、华尔街公司，或信息技术行业的大公司里，一群计算机科学家在一旁看着新兴的机器智能接近并超过人类水平的能力。科学家们之前已经给他们的人工智能孩子提供了大量的信息，可能几乎包括所有图书以及互联网上的所有数据。然而，当该系统接近人类水平的智能时，研究人员将迅速提高的人工智能与外界断开联系。实际上是把它们锁在一个盒子里。现在的问题是它是否会留在那里。毕竟，人工智能很可能希望摆脱它的笼子，并扩大其视野。要做到这一点，它可能会利用其卓越的能力欺骗科学家，或冲着整个团队或特定个人进行承诺或威胁。机器不只是更

聪明了，它还能够以人类难以理解的速度对想法和选择进行思考和评估。这就像是与加里·卡斯帕罗夫下棋，只是不公平的规则造成了一些额外的负担：走一步棋你只有15秒钟，但他有1个小时。在担心这种情形的科学家看来，人工智能可能会以某种方式设法逃脱盒子、访问互联网，或者也许能将自己全部或部分复制到其他计算机上的风险是非常高的。如果人工智能真能逃脱的话，那它将明显威胁到很多关键系统，包括金融系统、军事控制网络以及电网等能源基础设施。

当然，问题是，这一切听起来非常像受欢迎的科幻电影和小说中勾勒出的场景。整个想法都像是在幻想，任何认真的讨论都会被人嘲笑。不难想象，所有提出这种担忧的主要政府官员或政客都可能成为别人的笑柄。

毫无疑问，在军事、安全机构和大型企业中对各种人工智能的兴趣只会不断增加。可能发生的智能爆炸的其中一个明显意义是将会存在巨大的先发优势。换句话说，谁先抢到第一就永远不会被赶上。这也是担心未来展开人工智能军备竞赛的其中一个主要原因。巨大的先发优势也很可能促使任何涌现的人工智能尽快进行自我完善，如果不是通过系统本身，那就是通过人类创造者来完成。从这个意义上说，智能爆炸很可能是一个自我实现的预言。鉴于此，我认为似乎可以将迪克·切尼（Dick Cheney）著名的“百分之一主义”用在先进的人工智能上：它发生的可能性也许非常低，至少在可预见的未来是这样的，但它的意义是非常大的，因此应该得到认真对待。

即使我们不考虑先进的人工智能存在的风险，并假设未来所有的思考机器都很友好，其对就业市场和经济还是会有巨大的影响。在一个经济实惠的机器能赶上并有可能超过最聪明人类的能力的世界里，很难想象还会有谁能找到一份工作。在大多数领域里，接受过再多的教育或培训，甚至就读过最顶尖的大学，都无法让一个人能与这样的机器竞争。即使是我们可能认为只保留给人类的职业也将受到威胁。

比如，演员和音乐家将与充满真正智能和超人类智慧的数字模拟进行竞争。它们可能是新创造的人物，专门设计了完美的身体，或可能基于真实的人——无论是活着的还是死去的。

从本质上说，人类水平人工智能的广泛出现，实现了我在前面的章节中描述的“外星人来袭”的思维实验。机器不只主要威胁到相对常规、重复性或可预见的工作，它现在几乎能够做到一切。当然，这意味着几乎没有人将能从工作中获得收入。从资本或机器的所有权中获得的收入，将集中在少数精英的手中，消费者将没有足够的收入来购买所有智能机器所创造的产品或服务，结果就是我们在本书中已经了解到的趋势的显著放大。

然而，这并不代表故事的结尾。无论是相信奇点的人，还是担心先进的人工智能带来危险的人，他们都认为人工智能与另一种潜在的破坏性技术力量的到来有关，或许是前者促成了后者，这种力量就是先进的纳米技术。

先进的纳米技术

纳米技术是很难界定的。从一开始，这个领域就处在基于现实的科学和很多人形容为纯粹的幻想之间的边界上。它一直受到高度的炒作和争议，人们对它甚至有一种彻底的恐惧，它还成了数十亿美元政治斗争的焦点，也是这个领域的顶级大师之间文字和思想斗争的中心。

构成纳米技术基本思想的起源至少可以追溯到1959年12月，当时大名鼎鼎的诺贝尔奖得主，物理学家理查德·费曼（Richard Feynman）为加州理工学院的观众做了一次演讲。他的演讲题目是“在底部还有很大空间”（*There's Plenty of Room at the Bottom*），其中阐述了“在小范

围内操控事情的问题”。这里的“小”，他指的是非常小。费曼宣称他“不怕考虑最后一个问题，即在远大的未来，我们是否最终可以按照我们的意愿来排列原子，逐个地排列下去！”费曼清楚地预见了化学的一种机械化方法，认为几乎所有的物质都可以被合成出来，只需要简单地“把原子放在化学家们所说的位置上，就能制造出物质来”。

20世纪70年代末，当时还在麻省理工学院念本科的K·埃里克·德雷克斯勒（K. Eric Drexler），接过了费曼的接力棒，如果说没到终点线的话，那么也至少跑完了下一圈。德雷克斯勒想象了一个世界，其中纳米级分子机器能够快速重新排列原子，几乎瞬间就能将廉价而丰富的原材料转化成我们想生产的几乎所有东西。他创造出“纳米技术”这个术语，并就此写了两本书。第一本书，《创造的发动机：即将到来的纳米技术时代》于1986年出版，取得了广泛的成功，是将纳米技术推向公共领域的主要力量。这本书为科幻作家们提供了一座新的素材宝库，也据说激励了整整一代青年科学家将自己的事业专注在纳米技术上。德雷克斯勒的第二本书《纳米系统：分子机械，制造和计算》，是一部更具技术性的作品，是他在麻省理工学院博士论文的基础上写成的，他是麻省理工学院分子纳米技术领域第一个获得博士学位的人。

在你能接受分子机器确实存在，且对生命化学来说不可或缺这样的事实之前，分子机器的想法似乎很滑稽。最突出的例子是核糖体，它实质上就是包含在细胞中的分子工厂，能读取DNA中的信息，然后组装起数千种不同的蛋白质分子，构成所有生物有机体结构和功能的基础材料。不过，德雷克斯勒提出了一个激进的观点，生物学领域中这种分子组装机是在柔软充水的环境中操作，但他声称，这种微型机器可能会走出这个领域，向原先由大型机器把控的领域进军，这些领域包括钢铁和塑料这样又硬又干的材料领域。

无论德雷克斯勒的想法多么激进，纳米技术确已在世纪之交的时候成为主流。2000年，美国国会通过克林顿总统签署一项法案，创建了国家纳米技术计划（NNI），旨在协调该领域的投资。布什政府随后在2004年通过了“21世纪纳米技术研究开发法案”，又批准了37亿美元。总而言之，2001~2013年，美国联邦政府通过国家纳米技术计划向纳米技术研究投入了近180亿美元。2014年，奥巴马政府又额外拨款17亿美元。

虽然对分子制造研究来说看起来都是十分利好的消息，但现实却截然不同。德雷克斯勒认为，即使在国会采取行动，为现有的纳米技术研究提供资金的时候，幕后至少还有一个大的托词。在2013年《彻底的丰饶：纳米技术革命将如何改变文明》（*Radical Abundance: How a Revolution in Nanotechnology Will Change Civilization*）一书中，德雷克斯勒指出，国家纳米技术计划在2000年最初设想的时候，计划解释说“纳米技术的实质是能在原子接连排列的分子水平上工作，用全新的分子组织来创建大型结构”。这项研究将寻求“控制原子、分子和超分子水平的结构和设备，以及学习有效地制造和使用这些设备”。换句话说，国家纳米技术计划的行动方案直接来自费曼1959年的演讲，以及来自德雷克斯勒在麻省理工学院后期的研究。

但是，一旦国家纳米技术计划开始实际执行，一个完全不同的情形便出现了。用德雷克斯勒的话说，新掌权的领导者立即“将国家纳米技术计划去除了任何与制造有关的原子或分子的说法，而将纳米技术重新定义成包括任何足够小的东西。微小的粒子代替原子被包括进来了”。这至少在德雷克斯勒看来，就好比纳米技术的船被海盗劫持了，他们接着将动态分子机器扔下船，然后载着满是静态微小颗粒的货物驾船离开。在国家纳米技术计划的作用下，几乎所有的纳米技术资金都流向了化学和材料科学相对传统技术的研究，结果分子组装和制造科学得到了很少或根本没有得到资金支持。

有许多因素导致分子制造的突然转向。2000年，太阳微系统公司联合创始人比尔·乔伊（Bill Joy）为《连线》杂志写了一篇文章，题为“为什么未来不需要我们”。文章中，乔伊强调了遗传学、纳米技术和人工智能可能存在的危险。德雷克斯勒本人也讨论了这些不受控制、能自我复制的分子组装机可能会把我们或其他所有东西都当作它们的一种原材料。在《创造的发动机》中，德雷克斯勒把这种情景称为“灰雾”（gray goo），并担心地指出，它“使一件事情非常清楚：如果自我复制组装机器出了一些状况，我们可承担不起”。乔伊觉得写得有些轻描淡写，于是深入写道：“灰雾肯定会为我们人类在地球上的冒险画上一个令人沮丧的句号，它比单纯的火或冰要严重得多，可能一个简单的实验室事故就能造成灰雾。”然而，还有更加火上浇油的情形，2002年，迈克尔·克莱顿（Michael Crichton）出版了他的畅销小说《猎物》（*Prey*），书中刻画了成群的掠夺性纳米机器人，而书的前言部分再次引用了德雷克斯勒书中的段落。

公众对灰雾和恣意的纳米机器人的担忧只是问题的一部分。其他科学家开始怀疑分子组装是否真的可行。在怀疑论者中最著名的是已故的（和名副其实的）理查德·斯莫利（Richard Smalley），他因自己在纳米材料方面的出色工作而获得了诺贝尔化学奖。斯莫利已经得出结论说，在生物系统的领域之外，分子组装与制造从根本上违背了化学的现实。在与德雷克斯勒在科学期刊上进行的公开辩论中，他认为原子不能简单地使用机械方法塞到一定的地方，相反，必须设法使它们形成集束结合在一起，而通过创造分子机器是不可能实现的。德雷克斯勒则指责斯莫利曲解了他的工作，并指出斯莫利自己曾经说过，“当一个科学家说了什么事是可能的，他们很可能低估了完成这件事需要的时间，但如果他们说什么事是不可能的，他们很可能是错的”。辩论愈演愈烈，后来变得更加个人化，到最后的重头戏是斯莫利指责德雷克斯勒“吓坏了我们的孩子”，并总结说“虽然我们在现实世界中的未来将充满挑战和真正的风险，但也不会出现你梦里的那些能自我复制的机械纳米机器人怪物”。

纳米技术未来影响的性质和程度将在很大程度上取决于德雷克斯勒或斯莫利对分子组装可行性的评估，这一点是否正确。如果斯莫利的悲观判断占上风的话，那么纳米技术将继续主要关注新材料和新物质的开发。这个领域已经有了一些显著进展，最著名的是碳纳米管的发现和开发。这种结构是碳原子层被卷成中空的长线，拥有一系列各种各样的属性。碳纳米管材料的硬度可能是钢的100倍，但重量只是后者的1/6。它们还显著提高了电和热的传导性。碳纳米管能为汽车和飞机提供新型轻质结构材料，并且还可能在下一代电子技术的发展中发挥重要作用。其他重大进步发生在强大的新型环境过滤系统的开发、医疗诊断测试和癌症治疗等方面。2013年，印度理工学院马德拉斯分校的研究人员公布了纳米颗粒过滤技术，可以为一家五口以每年仅16美元的价格提供干净的水。纳米过滤器也可能最终以更有效的方式来淡化海水。如果纳米遵循这条道路走下去，那它的重要性将继续增加，其好处会得到广泛的应用，包括制造、医药、太阳能、建筑和环境等。然而，纳米材料的制造是一个资本和技术高度密集型的过程。因此，不能指望该行业创造出大量新的就业机会。

但是，如果德雷克斯勒的预想即使被证明是部分正确的，那纳米技术的最终影响可能会放大到我们无法理解的程度。在《彻底的丰饶》中，德雷克斯勒描述了一个未来能生产大型产品的制造工厂可能的样子。在一个车库大小的房间里，机器人装配机围绕在一个可移动的平台周围。房间后面是一排房间，每个房间都是制造室按比例缩小的模型。每个房间又反过来包含更小版本的自己。随着房间尺寸不断缩小，机械装置的尺寸也从正常演变成微米级，最后到纳米级，其中的单个原子被排列成分子。一旦启动了这个过程，制造先是在分子级别上进行，然后随着每个后续级别组装所得的组件迅速扩大。德雷克斯勒设想，像这样的工厂在一两分钟内就能生产和组装一样复杂产品，比如汽车。类似的设施反转过程也将同样容易，把成品拆卸成可以回收的组成材料即可。

显然，这一切在可预见的未来仍然只能在科幻小说里出现。然而，分子组装的最终实现将意味着我们所理解的制造业的结束，它还可能带来诸如零售、分销和废物管理领域等整个经济行业的消亡，其对就业的全球影响将是惊人的。

当然，与此同时，制造产品将变得便宜得多。从某种意义上说，分子制造有望使数字经济变得具体而实在。人们常常说，“信息需要自由”。先进的纳米技术可能会允许类似的现象发生在物质商品上。德雷克斯勒制造机的桌面版本有可能有一天具备类似影视作品《星际迷航》中“复制机”的能力。正如船长皮卡德经常重复的命令“茶，伯爵茶，要热的”能立刻让人想到适当的饮料，分子制造机可能有一天会创造出我们想要的几乎任何东西。

一些技术乐观主义者认为，分子制造的前景与最终的“后稀缺”经济的概念密切相关，后稀缺经济中几乎所有的物品都很丰富，并且基本上免费。服务也被认为会由先进的人工智能提供。在这种技术的乌托邦中，资源环境的约束将因为普遍的分子回收和丰富的清洁能源而消除。市场经济可能不复存在，因此（像《星际迷航》中一样）钱就不再需要了。虽然这种情形听起来好像非常吸引人，但还有很多细节需要补充。例如，土地将仍然稀缺，因此不清楚在一个基本上没有工作、金钱，或大多数人没有机会改变自己经济处境的世界中，生存空间将如何分配。同样，目前还不清楚在没有市场经济的情况下，需要如何维持激励措施以取得进一步的发展。

物理学家（也是《星际迷航》的粉丝）加来道雄（Michio Kaku）说，他认为纳米技术驱动的乌托邦可能要在100年左右的时间里实现。注与此同时，还有许多与分子制造相关的更实际和直接的问题。灰雾以及其他关于自我复制的担忧仍然是真正要关心的事情，故意使用该技术进行破坏活动的潜在可能也同样要引起关注。事实上，分子组装如果被一个集权政权武器化，可能会带来一个与乌托邦非常不同的世

界秩序。德雷克斯勒警告说，虽然美国已经几乎不再对分子制造进行任何有组织的研究，但不一定意味着其他国家也是如此。美国、欧洲和中国在纳米技术研究的投资处在大致相当的水平，但这项研究的重点可能在每个管辖范围内是完全不同的。由于具有人工智能，全面的军备竞赛有可能会发生，而过早地对分子组装采取一种失败主义方式可能无异于单方面的裁军行动。

这一章与我在整本书其他地方所提出的更实际和直接的观点偏离得有些多。真正能思考的机器、先进的纳米技术，还有奇点，都至少可以说带有高度的推测性。或许所有这些事情都不会发生，或者它们还远在未来的世纪中。但是，如果任何突破最终得以实现，它们将毫无疑问地加速自动化趋势，并以不可预见的方式大举破坏经济。

在一定程度上，实现这些未来的技术还存在一种矛盾。无论是先进的人工智能还是分子制造的发展，都需要在研发方面做出巨大投入。但是，早在这些真正先进的技术成为现实之前，更专业化的人工智能和机器人就有可能已经威胁到了各种技能水平的大量工作岗位。正如我们在前面的章节中看到的，这很可能会破坏市场的需求，进而破坏了进一步投资创新的动机。换言之，实现奇点技术的必要研究可能永远得不到资助，而整个进展实际上可能是在自我限制。

我们在本章中看到的所有技术都不是我在这里提出的主要观点所必需的。相反，它们可以被看作可能或成倍放大了“技术发展会造成更严重的不平等和上升的失业率”这一趋势。在下一章中，我们将探讨一些或许可以帮助抵消这种趋势的政策措施。

---

1. 鉴于最近的事态发展，一些读者在这一点上可能会忍不住对美国国家安全局冷言冷语。正如霍金的文章里所说，人工智能存在真正（和想象存在）的危险，如果真正先进的人工智能是注定要在某些地方产生的话，那国家安全局绝不是没有可能。

2. 值得一提的是，虽然实现超级智能最经常提到的途径是基于机器的智能，它其实也可以基于生物体。人类的智力可能通过技术来增强，或者未来的人类可能通过基因改造

来获得卓越的智慧。当大多数西方国家可能在听到这种人口改良的声音都感到恐惧的时候，有证据表明，中国人对这个想法几乎没有什么疑虑。北京基因组研究所已采集了数千已知的高智商DNA样本，并正在分离出与智力有关的基因。中国人或许可以利用这些信息筛选出高智商的胚胎，让他们的人口今后变得更聪明。

3. 你可以在YouTube上观看视频，“纳米技术可以创造乌托邦吗？”看加来道雄讨论后稀缺经济。

第十章
新经济模式

在接受哥伦比亚广播公司新闻节目采访时，美国总统被问到国家严重的失业问题能否很快得到改善。“这个问题没有立竿见影的解决办法”，他回答说，“即使想保持现在的状态我们也需要快速行动。”他的回答意味着如果想降低日益攀升的失业率，整个经济体每月需要创造数以万计的新岗位才能跟上人口增长的步伐。他还指出，因为接受的教育很少，“美国年老的工人，因技术匮乏难以和年轻人竞争而被遗弃”。美国总统提出了一项减税方案来刺激经济，但是他还是回归到了教育领域，特别是提倡对职业技术教育和岗位再培训的支持。他说，这个问题自己本身不会解决：“太多的人涌入劳动力市场，而太多机器又把人赶了出来。”

总统的话语对失业问题的性质提出了一套传统或者通用的说法，即更多的教育和职业培训总能解决问题。如果有适当的培训，工人们会攀登上技术的高峰，或许能超越机器。他们会做更多的创新工作，做更多的“蓝天”思考。普通人接受教育和培训后能做什么工作没有明显的限制，同样对于经济体能够吸纳的新培训工人的数量也没有限定。由此看来，教育和再培训是解决问题的永恒策略。

对于那些持有这个观点的人来说，也许并不关心上面提到的总统是肯尼迪，采访时间是在1963年9月2日。正如肯尼迪总统所说，当时的失业率是5.5%，而机器几乎专门局限在“替代体力劳动”上。采访过后7个月，“三重革命”报告将会放在新总统的办公桌上。那将会是马丁·路德·金博士在华盛顿国家大教堂就技术与自动化发表言论前的4年。

此后的近半个世纪，对教育是解决失业和贫困问题的信念基本无任何改观，反而机器却大大改变了一切。

教育收益的减少

如果我们就不断投资教育所带来的收益画一幅图，可能就会得到我们在第三章中讨论的S曲线的样子。我们吃继续教育成果甜头的时代已经是遥远的过去了。高中毕业率一直在75%~80%间徘徊。而大多数标准化测试成绩显示我们在过去的几十年里收效甚微。我们一直处于曲线较平稳的部分，持续的进步将会带来最大的增幅。大量证据显示，美国大学生有许多在文化课上是准备不足的，或者在某些情况下就是无法完成大学课程。这里面有很大一部分将无法毕业，但是他们却不愿意逃脱这梦魇般的学生贷款负担。而在那些能毕业的学生中，有一半的人找到的工作却是不需要大学学位的，不论职位是如何描述的。总的来说，大约20%的美国大学毕业生对于他们目前的工作来说是过度受教育的。应届毕业生的平均收入在过去的10年里持续下滑。在很多国家大学教育免费或者接近免费的欧洲，大约30%的毕业生找到的工作是大材小用。在加拿大这个数字是27%，而在中国有43%的人学历过剩，这是一个十分惊人的数字。

在美国，传统的思维是将责任归咎到学生和教育者身上。人们认为大学生花了大量的时间在社交上，而花在学习上的时间甚少。他们选择容易毕业的专业，而不愿在竞争激烈的技术领域获得学位。尽管如此，有近1/3的美国学生在工程、科学或者技术领域获得学位，但在找工作时却未能用上自己的教育背景。

加利福尼亚大学河滨分校的社会学者史蒂芬·布林特（Steven Brint）在高等教育方面著有大量文章。他辩称，真正从美国大学毕业的学生与他们所找的工作还是较匹配的。布林特说，“一些需要专业背

景的工作只能在技术专业中招人，但大多数工作相对来说是常规性质的”。“听从导师的指导是必不可少的”，“可靠与持续的努力是很重要的”。他总结说道，“在大学不需要全力以赴地学习，因为工作中用不到。大多数工作中，出勤和做事比工作表现超群更重要”。如果你要刻意地描述工作在自动化面前无能为力的特点，那很难比他描述得更贴切。

现实是，授予更多的大学学位，并没有让大多数毕业生想从事的专业性、技术性和管理性工作的人数增加。反而往往造成学历的通货膨胀：很多只需要高中文凭的工作现在只对有大学学位的人开放，现如今研究生学位等同于过去的本科学位，那些非精英学校授予的学位也都相应地贬值。涌向大学的人的能力和面向他们的高技术工作的数量都要有基本的限制，而我们正在与之赛跑。问题是技术阶梯并不是真的阶梯，它反而像一座金字塔，站在顶层的人寥寥无几。

从历史的经验来看，就业市场里工人的技术和能力一直就像一座金字塔。在顶端的是一小部分人，他们有专业的技术和管理能力，主要负责创新。大部分劳动者在某种程度上是做着千篇一律的工作。因为经济市场中的很多部门是机械化和自动化的，工人们换工作就像从一个常规工作换到另一个。在20世纪农场工作的人或者在20世纪50年代工厂工作的人，现如今所做的工作类似于在沃尔玛超市扫码或者装柜。在很多情况下，这种转变需要额外的培训或更新的技术，但是工作的本质属性还是常规性的。所以从历史的角度来说，经济市场所需的工作类型和劳动者所拥有的能力已经合理地结合到了一起。

但是机器人、机器学习算法和其他形式的自动化器械正逐步侵占金字塔底座的大部分，这一事实已愈加明显。因为人工智能化的应用随时准备侵占更技术性的工作，即使是金字塔顶端的那部分也将无法幸免。传统的观念认为在教育和培训上的投入会使大家涌向金字塔顶端。[注]我认为，假设这一点可能，基本上相当于相信它。这样说来，

在农业机械化之初，大多数被辞退的农场工人也能在出租车公司谋到一个职位。光凭数据就说不通。

当然，美国小学和中学教育也存在很大的问题。内陆城市的高中辍学率高得惊人。甚至在进入大学之前，贫困地区孩子的劣势已经相当明显。即使我们挥动魔杖让每个美国人都能享受顶尖的教育，同样还是意味着更多的高中毕业生进入大学并且为有限的高端工作激烈竞争。这当然并不是说不需要大胆改革，改革是必要的，但我们不能指望它解决所有问题。更不用说这种魔法并不存在。虽然我们在改善学校方面有普遍共识，但这只存在于表象上。一谈到向教育和特许学校加大投入，解聘不合格的教师，对优秀的老师奖励更多，延长学制或者私立学校发放补助金券等问题时，整个局面就会立刻演变成政治问题。

反自动化观点

另一个经常被提起的方案是努力制止自动化的疯狂扩张。最笨的办法是集体抵制在工厂、仓库和超市里安装新设备。有一个比较智慧的说法，那就是太多的机械化劳动对我们来说是有害的，因为它会不安全。

尼古拉斯·卡尔也许是此观点最知名的拥护者。在他2010年写的一本书《浅薄》（*The Shallows*）㊟中，说到网络也可能对我们的思考能力产生消极影响。在2013年他为《大西洋月刊》写的一篇名为“一切都会消失：把人类的知识放入机器手中的风险”的文章中，他对自动化带来的影响做出了相同的回应。卡尔批评了“‘以技术为中心的自动化’的崛起，成为电脑工程师和程序员主要的设计原则”，他认为“这个原则使技术的能力凌驾于人类的利益”。

卡尔在《大西洋月刊》发表的这篇文章也包含一些趣闻，这些趣闻显示出自动化是如何侵蚀人类的技术，而有些是带来毁灭性结果的。有些还很神秘，例如加拿大北部的因纽特人正在丧失他们4 000年传承下来的在恶劣环境中行驶的能力，因为他们现在依赖于全球定位系统。但是，卡尔引述的最好的例子是来自航空领域。日益自动化的驾驶舱也带来了相反的效果。因为技术虽然减轻了飞行员认知上的负担，也基本上确保了更高的安全系数，但是它也意味着飞行员会花更少的时间在开飞机上。换句话说，就是他们练习得越来越少了，随着时间的推移，专业飞行员经过无数个小时的训练所培养的直觉反应就将开始退化。卡尔担心，随着自动化的推进，这种情况会大量发生在办公室、工厂或者其他办公场所。

主要问题出现在工程的设计原则上，这种观点在某种程度上也被一些经济学家所认可。麻省理工学院的埃里克·莱恩约弗森呼吁“企业家、工程师和经济学家迎接一个新的巨大挑战”，希望他们“创造出劳动力的补充物而不是劳动力的替代品”，还有“用制造者和创造者的思维代替节省劳动力和自动化的思维”。

想象一下，一个新建的公司从布莱恩约弗森的设想出发，建立了一个专门把人放在决策层的系统。而其竞争者则建立了一个完全自动化的系统，或者至少是仅有很少人参与的系统。为了使以人为中心的系统更有竞争力，至少要具备两点：要么它便宜很多以抵消人力成本，要么它能产生更好的效益，为消费者带来更有用的价值，并且创造出足够的额外收益让额外的花费看起来是合理的投资。我们有足够的理由去怀疑这两种情况的任何一种在大多数情况下会不会发生。在白领工作自动化的情况下，两种系统基本上会应用软件，所以成本的差距应该不会太大。可能在少数的企业核心领域，以人为中心的系统会更有优势，并且长远看来能创造更多的收益。但是对于大多数做着重复工作的领域，可能简单的出勤比做出色的工作更重要，这就又不可能了。

而且这个简单的成本对比有意淡化对自动化的偏见。公司每雇用一个新人，就需要增加很多额外成本。工人越多，就需要越多的管理人员和人力资源的职工。工人同样需要办公室、设备和停车场。而且工人也会有不确定性：他们可能会生病、表现不好、休假、车出毛病、直接辞职，还有其他无数的潜在问题。

雇用每一个新人就会带来一系列的潜在责任。一个员工或许会在工作中受伤或者也可能伤害到其他人。他们还有对公司带来不利信誉的风险。如果你想看一些对公司品牌产生重大冲击的例子，只需要到Google搜索“派件员扔包裹”就可以。

虽然关于“工作创造者”有很多华丽的描述，但是理智的企业家并不想雇用很多的员工，他们雇用员工是因为不得不如此。自动化的发展并不是“设计原则”或者工程师个人偏好的结果，它是资本主义造成的。卡尔所担心的“‘以技术为中心的自动化’的崛起”至少在200年前就发生了，而勒德分子们对此很不满意。现今唯一的不同是巨大的进步推动着我们走向死局。对任何理智的投资者来说，选择运用节省劳动力的技术还是会难以阻挡。改变这些需要的不仅仅是对工程师和设计者的呼吁，还需要改变对市场经济基本的激励措施。

卡尔的顾虑是真实存在的，但是好消息是在最重要的区域我们已经有所防范。与自动化相关的风险是那些威胁生命或者带来潜在灾难的领域。航空业不得不一次次提到，但是这一领域已经有很多的规章制度。航空业已经意识到驾驶舱自动化和飞行员技能水平的问题，并且已经将这一认识并入到培训项目中。现今的航空系统保持了惊人的安全纪录，这是毫无疑问的。一些技术会让未来的飞机自动化达到极致。例如塞巴斯蒂安·史朗最近告诉《纽约时报》，在不久的未来，“航空公司飞行员”将会成为“过去的职业”。我不认为300个人涌入一架没有飞行员的飞机会在近期发生。规章制度、潜在的责任和社会的认可，这三者的结合一定会对需要公共安全的职业带来强大的挑

战。数千万其他类型的工作，包括速食品工人、办公室人员和其他的工作，可能会受到自动化最严重的影响。在这些领域里，一个可能发生的技术错误或者技能的退步都会带来很不利的结果，而在全自动化快速推进过程中面临的障碍将寥寥无几——当然，是在市场经济的推动下。

在我们的整个经济和社会中，机器正在发生着巨大的转变。它们的进化作为工具来说已经超出了历史的角色。在很多情况下，它们已经成为自主的工人。卡尔认为这很危险并且希望能阻止它。但是现实是，我们在现代文明社会所创造的惊人的财富和舒适度是向技术迈进的直接结果。而节约人类劳动所需的越来越高效的方式已经成为推动社会发展最重要的因素。你可以轻易地说反对太多自动化，但在一般意义上却不是在真正的反对它。在实践中，这两种趋势相互交织在一起。而在没有政府对私人企业强烈而轻率的干预下，任何阻止市场驱动下的自动化技术在工作场所崛起的尝试都注定是要失败的。

基本收入保障

加大对教育和培训的投资不大可能解决我们的问题，号召抑制工作自动化兴起也不切实际。如果我们认可这一观点，那么不得不将被迫寻找传统政策之外的良方。在我看来，最有效的解决方案也许就是某种形式的基本收入保障了。

基本收入或最低保障收入早就不是什么新观点了。在当代美国政治格局背景下，保障收入很容易被贬低为“社会主义”或福利国家的大规模扩张。然而，这一观点的历史出处却有完全不同的含义。尽管政治派别双方中的经济学家和知识分子都接受基本收入，但对这一观点特别推崇的是保守派和自由派。弗里德里希·哈耶克是这一想法的坚定支持者，他现在已经是保守派的标志性人物了。在1973~1979年间出版

的著作《法律、立法与自由》中，哈耶克指出，保障收入将是合法政府采取的政策，旨在为抵御逆境提供保险，之所以需要这样的安全网，是社会向更加开放、更具流动性转变的直接结果，在这样的社会中，许多人不能再依赖传统的供养方式了：

> 然而还有一类常见的风险，需要政府采取行动，直到现在也没有得到普遍认可……这里的问题主要是针对那些由于多种原因无法在市场中谋生的人……也就是说，每个人都有可能遭受逆境，在逆境中大部分人无法独自获得保护，但是在财富达到一定程度的社会中，所有人都可以得到保护。
>
> 保证每个人都有最低收入，或者即使收入低于一定程度，人们也不至于生存不下去，这不仅仅是对抗普遍风险的全面合法保护，同时也是大社会的必要组成部分。大社会中，家族不必再为家族里的成员负责。

对那些认同当前流行的、哈耶克的极右翼漫画的保守派来说，这番话无疑是个惊喜。可以肯定的是，虽然同样用了“大社会”这个词，但哈耶克所说的含义与林登·约翰逊完全不同。哈耶克认为社会基于个人自由、市场原则、法则和有所限制的政府之上，而不是不断扩大的福利国家。不过，提到“大社会”，他也承认“社会财富积累到一定程度足以养活所有人”，这一点似乎与今天更极端的保守观点形成鲜明对比，保守观点认可的是撒切尔夫人的说法，“根本没有所谓的社会”。

事实上，保证收入的提议在今天一定会被攻击为是企图达到“平均结果”的开放机制。但是，哈耶克本人明确拒绝这一说法，他写道，“这真是不幸，为那些无法谋生的人保证统一的最低收入，却同‘公平’分配收入这一完全不同的目标联系起来了”。对哈耶克来说，保证收入绝不是平均或“公平分配”，它是逆境中的保险、有效的社会和经济功能。

我认为哈耶克观点之中最主要的可取之处是，他从根本上是一个现实主义者，而不是理论家。他理解社会的本质是不断变化的，人们从自给自足的农场搬离到城市，在这里他们依赖于工作，延伸式的家庭结构被打破，使得个人承担更大的风险。他毫不怀疑政府在抵御风险中所起的作用。当然，政府的作用会随时间而变化，这样的观点非常适用于我们今天面对的挑战。注

保守派的论断基于这样一个事实，基本收入提供了与个人自由选择相关联的安全网。与其让政府介入个人的经济决策，或进入到直接提供商品服务的经营中，倒不如让每个人都有途径走出去，参与到市场活动中。基本上这是用市场为导向的方式提供一个最小的安全网，而它的实施会使得其他低效率的机制变得多余，比如最低工资、食品券、福利或住房补贴等。

如果我们采纳哈耶克的实用主义，并将它应用于未来几年或数十年不断发展的情况中，政府恐怕会面对技术进步带来的不断增加的经济风险，最终不得不采取一些措施。如果我们拒绝接受哈耶克市场为导向的解决方案，无疑传统型的福利社会将继续扩张，并出现一系列随之而来的问题。不难想象最终一个巨型的新官僚机构将会崛起，也许是在反乌托邦的准制度环境中，因为它能为被剥夺经济权利的人提供温饱。

事实上，这很有可能是阻力最小的路径，如果我们不加干预就是默认的路径。基本收入将会非常行之有效，管理成本也相对较低。福利国家的官僚扩张按人均计算更为昂贵，就其影响来说，也更加不平等。它能帮助到的人群数量有限，但也会创造一些传统的就业岗位，有些也是相当有利可图的。对私营承包商来说，有很多大发横财的好机会。诸如高层管理人员、私企高管等一些精英受益者一定会施加实质的压力，确保一切沿这条道路发展下去。

当然这种例子已经屡见不鲜了。五角大楼本不想实施的大规模武器计划受到美国国会保护，正是因为此计划创造了少量的就业机会（相对于其巨大成本来说），并使大公司有利可图。美国监狱中关押的罪犯数量相当惊人，有240万人，人均监禁率是其他国家的3倍之多，更达到了丹麦、芬兰等发达国家的10倍还多。

截至2008年，监狱中60%的人都是非暴力罪犯，关押他们的年人均成本为2.6万美元。诸如狱警工会、经营监狱的私人公司高管都是有实权的精英，他们有很强的动机使美国保持这种极端异常情况。

对于进步分子来说，保障收入在当前政治环境下更容易为人接受。尽管哈耶克有相反论断，许多自由主义者都认为这一观点是通往社会和经济公平的途径。基本收入可以减轻贫困、缓解收入不均，成为行之有效的蛮力算法。只要总统大笔一挥，极端贫困和无家可归现象在美国就可以被根除了。

激励很重要

设计一个可操作的保障收入体制最重要的是制定正确的激励政策。其目标是在提供一个通用的保障网络并增加低收入者收入的同时，不会给工作带来不利的诱因并尽可能地提高工作效率。提供的收入必须比较低：足够生存，但并不足以非常舒适地生活。有人也建议最初尽量降低收入标准，然后随着时间的不断发展，在充分研究项目对劳动力的影响之后，再逐渐提高标准。

实施保障收入有两个主要的途径。第一个途径是向每一个成年公民支付无条件的基本收入而不论他们的收入来源是什么。第二个途径是保障最低收入（以及其他变体，比如说负所得税）仅仅提供给最低收入群体，如果他们的收入提高，那这部分收入将会减少。第二个途

径的费用明显比较低，但是伴随它的可能是灾难性的不正当刺激。如果保障收入需要进行相应低收入标准的资产调查，那么如果收入增加，受助者就要增加非常多的赋税支出，这会减少他们的收入。换句话说，他们可能会陷入“贫困陷阱”，努力工作只有很少的好处甚至基本没有好处。或许最典型的例子是社会保障残疾项目，在这个项目中，很多人在没有选择的情况下，都会去尝试申请一项保障收入。一旦获得残疾基金，如果工作超过了那个标准，就有可能会失去这部分补助及相应的健康医疗福利。结果是，只要进入这个项目的人，没有一个再去工作过。

很明显，如果保障收入需要经过资产调查，那么资产调查的标准应该相应的比较高，最好是达到中等收入的标准。这样的话，如果有人决定放弃其他收入机会，那么他们将会面临巨大的落差。另外一个好方法就是区分主动收入和被动收入。对于退休金、投资收入和社会保险等被动收入，如果想要得到保障收入，则需要经过严格的资产审查。然而，对于工资、自谋职业或者小型经营所获得的收入则不需要进行资产审查或者资产审查的标准很高。这可以促使每个人都有动力尽可能地努力工作。

保障收入体制也可能会对社会和个人造成很多微妙的刺激。保守派社会学家查里斯·莫瑞（Charles Murray）在其2006年出版的《在我们手中：取代福利政府的方案》（*In Our Hands: A Plan to Replace the Welfare State*）一书中认为，保障收入有可能使非大学学历的人群成为更有吸引力的婚姻伴侣。由于职场上的技术以及工厂离岸外包，这部分人所受到的冲击最大。保障收入可能会有助于提高低收入群体的结婚率，从而有助于缓解当前越来越多的孩子在单亲家庭中长大的趋势。这当然也更加有助于父母中一方留在家中照顾孩子。这些是在政治领域能够给人们带来吸引力的所有方面。

除此之外，我认为深入研究并确立以明确的刺激因素来形成基本收入的项目是非常具有说服力的。其中最重要的理由就是对教育发展的促进作用，尤其是高中阶段。最新的数据表明，有一些强有力的经济诱因促使人们争取大学学位。然而，不幸的是，这并不是因为大学毕业生的就业机会正在不断扩大，而是因为只具有高中学位的毕业生的就业机会正在不断消失。我认为这是非常危险的，对于那些无法从大学毕业的人，他们完成高中学业的动力也会不断减少。如果一个正在高中挣扎学习的学生知道不论他是否毕业，他都会得到保障收入，这将会带来非常堕落的诱因。因此，我们需要给那些完成高中学业（或者经过同等学位测试）的人更高的收入。

总的思路是，我们应该重视教育，因为教育对大众都有好处。如果我们周边的人的受教育水平都比较高，那我们都会受益。这将会有利于建立一个更加民主的社会以及生产力更高的经济。如果我们注定会过渡到一个传统工作逐渐减少的时代，那么具有较高受教育水平的民众将会更加创造性地打发休闲时间。科技为我们更加有创造性地打发时间提供了很多机会。维基百科是由不计报酬的贡献者经过夜以继日的努力而创建的。开放原软件运动则是另外一个例子。很多人开创小型的在线业务来增加收入。然而，为了成功参与到这些活动中，你需要具备一定的教育门槛。

其他激励措施也需要实施。比如，对于那些志愿参加社区服务活动或者环境项目的人，需要支付更高的保障收入。在之前的作品《机器危机》中，我建议将此类明确的激励措施增加到保障收入体系之中，我收到了自由主义读者大量的反驳，他们坚决反对这个观念，并认为这将会建立一个入侵似的“保姆国家”。然而，我认为有一些基本的激励因素——最具代表性的是教育——我们几乎每个人都需要同意。本质的思想是代替（即使人为地）一部分与传统工作相关的激励因素。在一个接受更多教育不一定会带来更好就业的时代，保证每个人有充分的理由至少完成高中学业是非常必要的。对我来说，这给社

会带来的好处是非常明显的。即使是安·兰德（Ayn Rand），如果她还理智的话，也可能会认为生活在更高受教育水平的人群中以及拥有更多积极的打发休闲时间的机会对个人是非常有益处的。

市场作为一种可再生资源

除了需要提供基本的保障网络，我觉得保障收入具有强大的经济论证支撑。正如我们在第八章中看到的，越来越多的技术驱动的不平等可能威胁到广泛意义上的消费。随着就业市场继续萎靡以及工资停滞或下降，使消费者获得购买力的机制开始瓦解，从而使对产品和服务的需求受到影响。

为了看清楚这个问题，我认为可以将市场当作可再生资源。把消费市场想象成一个满是鱼儿的湖。当一个企业向市场销售产品或服务时，它相当于从湖里捉鱼。当它支付给劳动者工资，相当于把鱼放回湖里。随着自动化的进展和就业机会消失，越来越少的鱼被放回到湖中。请注意，几乎所有主要行业都依赖于捕捉大量中等大小的鱼。越来越多的不平等会导致少数非常大的鱼的出现，但是从大多数大众市场行业的角度来看，这些大鱼并没有正常大小的鱼作用大。（亿万富翁是不会买千元智能手机、汽车，或去普通餐厅用餐的。）

这就是众所周知的经典“大众悲剧”问题。经济学家绝大多数可能会同意这个问题需要某种形式的政府干预。如果没有政府干预，除了捕捉尽可能多的鱼，就没有人有动力去做任何事情了。真实世界的渔民可能会充分了解他们的湖泊或海洋已经被过度捕捞了，他们的生存也很快就会受到威胁，但他们仍然会每天出门，并最大限度地捕鱼，因为他们知道竞争对手同样会这么做。唯一可行的解决方案是让一些监管机构介入并施加限制。

在我们的消费者市场中，我们不希望限制企业捕获虚拟鱼的数量。相反，我们要确保鱼得到补充。保障收入是非常有效的方法，它可以直接增加低收入和中等收入消费者的购买力。

如果我们看得更长远并认为机器最终将会在相当的程度上取代人力劳动，我觉得如果想要经济持续增长，那么某种形式的购买力直接再分配变得非常必要。2014年5月，经济学家约翰·G·弗纳尔德（John G. Fernald）和查尔斯·I·琼斯（Charles I. Jones）在关于美国经济增长前景的论文中推测，机器人可以“在货物生产方面逐渐取代劳动力”。然后，他们继续建议“在极端情况下，如果资本可以完全替代劳动力，增长率可能会爆炸，收入在有限的时间内会无限增长”。这在我看来是非常荒谬的结果，就好比是还没有想明白含义，就向等式中插入数字。如果机器完全代替工人，那么没有人会有工作或任何类型的劳动收入。消费者绝大多数都没有购买力。那么，怎样才能保持经济持续增长？也许那些很小比例的拥有显著资本的人可以进行所有的消费，但他们需要不断地购买具有惊人价值的商品，以保持全球经济增长。[注] 当然，这就是我们在第八章所提到的“技术封建主义”的场景——不是一个特别有希望的结果。

然而，有一个更为乐观的看法。也许弗纳尔德和琼斯正在使用的数字模型可能采用了一种机制，而非劳动收入来分配购买力。如果保障收入得到实施，而且随着时间的推移，收入不断增加，从而来支持经济持续增长，那么这个增长可能会爆炸或收入可能上升的想法也许是有意义的。这种情况不会自动发生，市场是不会自主地筛选出某些东西的。我们的经济规则进行根本性的调整是必需的。

从另一个角度讲，我认为将市场或整个经济当作一种资源也是行之有效的。回想一下，在第三章中，我认为准备改造就业市场的技术经过了几代人的不懈努力，有无数人参与其中，并得到了纳税人的资助。在一定程度上，你可以这样合理地说，所有这些积累的进步，以

及维持充满活力的市场经济和政治机构，是真正属于全体公民的资源。经常用于“保障收入”的术语是“公民的分红”，我认为这个说法能够有效地说明在一个国家的总体经济繁荣之中，每个人都应该至少占有最低份额。

佩兹曼效应和经济风险承担

1975年，芝加哥大学的经济学家萨姆·佩兹曼（Sam Peltzman）发表的一项研究表明，旨在提高机动车的安全法规未能显著减少公路死亡。究其原因，他认为，是由于司机感知到安全性的增加，他们会采取更多的冒险行为。

这种“佩兹曼效应”（Peltzman Effect）已被在广泛的领域得到证实。比如说，儿童运动场已经变得更加安全，陡峭的滑梯和高攀岩物件已经被移除，而且缓冲设施已经安装完毕。然而有研究表明，与运动场有关的急诊或者骨折事故并没有明显减少。其他观察家也注意到了跳伞同样存在这样的问题：设备已经得到显著改进，而且更安全，但由于跳伞员的高风险行为，死亡率却与之前大致相同。

佩兹曼效应经常被保守经济学家援引来支持他们反对政府增加法规约束的论断。不过，我认为有充分的理由相信，这种风险补偿行为可以延伸到经济领域。拥有安全保障的人会愿意承担更多的经济风险。如果你有一个新业务而且你知道可以获得保障收入，那么你就非常有可能愿意放弃一份稳定的工作来进行创业。同样的，你也可能会决定离开一个稳定的但个人成长机会很少的岗位，而选择在一个回报丰厚但是不太稳定的小微公司工作。有保障的收入将为各类创业活动提供一个经济缓冲，包括开展网上业务的人、“夫妻店”零售商或餐馆，以及面临干旱气候的小农户或农场主。在许多情况下，它可能足以帮助小微企业走过可能会失败的困难时期。底线是，一个设计良好

的保障性收入能够使经济更具活力和创业潜力，而不是打造懒惰的民众。

挑战、缺点和不确定性

保障收入也不是没有缺点和风险，最重要的短期问题是这是否会给工作带来很强的抑制作用。虽然随着时间的推移，机器显然是注定要承担起越来越多的工作，但是毫无疑问，在可预见的未来，经济仍将严重依赖于人类劳动。

迄今为止，还没有任何这样的政策在国家层面得到实施。阿拉斯加州自1976年以来开始借助石油收入支付适度的年度股息，近年来，该款项通常保持在每人1 000~2 000美元的范围内。成人和儿童都是有资格的，所以这对家庭来说是非常可观的收入。2013年10月，虽然尚未确定投票日期，但在瑞士保障收入的支持者收集到了足够的签名，将对一个非常慷慨的无条件的月津贴达2 500瑞士法郎（约合2 800美元）的提案进行全国投票。在美国和加拿大的小规模的实验表明，保障收入受助者大约会减少5%的工作量。然而，这些只是短期的项目，因此不太可能与长期项目造成同样的影响。

实施保障收入的一个最大的政治和心理障碍是，承认一部分人在领取这部分保障津贴的同时却完全退出了工作岗位。有些人会选择整天玩视频游戏；或者更糟糕的是把钱用于酒精和毒品；有些受助人可能聚集在一起形成“懒惰社区”。只要保障收入比较低，而且激励政策的设计是正确的，做出这样选择的人数比例可能会是非常低的。然而，从绝对数字来看，这群人的数量又可能是相当显著的。当然，所有这一切将很难与新教工作道德的一般叙述保持一致。那些反对保障收入的人将很容易找到各种消极事例来削弱公众对这个政策的支持力度。

在一般情况下，我认为对于有些人会选择减少工作时间，或者甚至完全不工作，我们不应该完全从消极方面看。重要的是要记住，选择不工作的人进行的是自我选择。换句话说，他们一般是最缺少抱负和勤奋的那部分人。㊟在当今世界，每个人都被迫争夺越来越少的就业机会，没有任何理由认为最有效率的人永远会得到工作。如果某些人减少工作或者完全不工作，那么那些愿意勤奋工作的人的工资就可能有所提高。毕竟，工资已经停滞了几十年，这个问题是我们正试图解决的首要问题之一。只要结果是那些想要努力工作并提升自我的人能够获得更多的机会和更高的收入，我认为给那些生产力比较低的人提供最低的收入保障，让他们离开工作岗位，没有任何特别反乌托邦的意味。

我们的价值体系是倾向于鼓励生产，但需要记住的是，消费也是一个重要的经济功能。用自己获得的收入去消费的人，将成为所在社区辛勤的小商户的消费客户。当然，那个商人也会收到相同的基本收入。

最后一点是，实施保障收入的大部分政策失误最终应该自我纠正。如果保障收入最初过于慷慨，从而给工作造成了非常大的不利诱因，那么以下两件事中的一件就会发生。除非自动化科技发展足够迅速并弥补生产疲弱（在这种情况下不会有什么问题），否则就会有劳动力短缺和通货膨胀的爆发。价格普遍上升将会使基本收入贬值，并重新创建努力工作增加收入的诱因。除非政策制定者制定了真正误导性的政策，例如，为收入体制建立一个自动生活成本提高计划——任何通货膨胀都很可能是短暂的，然后经济会找到一个新的平衡。

在高房租的地区，除了相关的阻碍工作的政治挑战和风险，基本收入保障还可能会受到高住房成本的影响。想象一下，给居住在纽约、旧金山或伦敦等大城市的居民每月额外千元的保障金。我们有充分的理由相信这些保障金的大部分——可能是全部——都会最终进入

到房东的口袋中，因为那里的居民都需要抢租数量有限的房屋。对于这个问题，没有简单的解决办法。租金管制是一种可能性，但它有很多已知的不足之处。许多经济学家都呼吁放宽分区限制，这样就可以建设更密集的住宅，但是这一定会被现有居民反对。

但是，有一个反作用力。不像工作那样，保障收入是可以流动的。有些人很可能会领取这部分保障收入，同时从高房租的地方搬到相对便宜的地方居住。这样，就有可能会有很多新居民涌入底特律等经济不断下滑的城市，还有一些人则选择离开城市。基本收入计划可能有助于使许多由于就业岗位缺失而正在流失人口的小城镇和农村地区重新振兴。事实上，我认为，对农村地区潜在的积极经济影响可能是使保障收入对美国保守派有吸引力的一个因素。

移民政策显然是保障收入实施之后需要进行调整的另一个领域。移民，任何后续成为公民的途径，以及保障收入的资格都需要被严格控制，或者新公民需要等待相当长的时间才能够获得保障收入。当然，所有这一切将会使已经严重激化的政治问题更加充满复杂性和不确定性。

花钱成全基本收入

如果美国每年无条件地发放给每一个21~65岁之间的成年人以及那些超过65岁的没有社会保障或养老金的人1万美元，那么总成本将接近2万亿美元。通过限制公民对该项基本收入的享用资格，或者通过调查家庭收入排除那些已达到一定标准的申请人，这个数额将会有所降低。（正如我前面所说，为了避免贫困陷阱的状况，逐步将保障收入尽可能地停止是非常重要的。）通过减少或取消各种各样的联邦和各州扶贫项目，包括食品券、福利、住房援助以及所得税减免

（EITC），该项目的总成本可以进一步抵消（关于所得税减免接下来有进一步讨论），上述这些项目加起来每年成本高达1万亿美元。

换句话说，每人1万美元的年基本收入可能总共需要大约1万亿美元的新增收入，如果我们另选某种最低收入保障项目，该数额可以少得多。然而，通过增加该计划产生的税收收入，这个数字还能进一步降低。可以对基本收入本身征税，这样可能杜绝许多家庭成为米特·罗姆尼（Mitt Romney）口中的臭名昭著的“47%”（目前不支付任何联邦所得税的人口比例）。大多数的低收入家庭将花费掉大部分的基本收入，而这又会直接增加更多的应税经济活动。由于技术进步可能带来更高程度的不平等并损害大众消费，收入保障从长远来看可能有助于维持更高的经济增长率，而这当然又意味着更高的税收收入。而且，由于基本收入能赋予消费者稳定的购买力，它将成为一针强大的经济稳定剂，使得经济陷入深度衰退的相关成本得以避免。当然，所有这些效果都很难量化，但我认为，基本收入至少在一定程度上会为自己埋单，这个观点很有根据。另外，随着技术进步以及经济变得更加资本密集，实施这样一个计划会随着时间的推移带来越来越多经济上的好处。

不用说，筹集足够的收入在今天的政治环境下无疑是巨大的挑战，因为几乎所有的美国政客都害怕说出“税”这个字，除非它的前面有一个字“减”。最可行的办法可能是利用各种不同的税类以筹集必要的收入。碳税显然是可供选择的一个方案，它每年可以筹到1 000亿美元，同时还有助于减少温室气体排放。目前已经有人提出不谋利的碳税方案，可给予每家每户补贴，这可以作为基本收入计划的一个起点。另一种选择是增值税，美国是目前唯一不依靠这种税收的发达国家，它本质上是一种在制造过程的每个环节都会相应附加的消费税类。增值税被包含在产品和服务的最终价格里，销售的时候转移给消费者，它通常被认为是提高税收收入的非常有效的方式。还有许多其

他的可能选择，包括更高的企业税（或消除避税方案）、某种类型的国家土地税、更高的资本利得税，还有金融交易税。

个人所得税的增加看来似乎也是不可避免的，要做到这一点最好办法之一便是提高系统的先进性。日益严重的收入不平等也意味着前所未有的应纳税收入进入到顶部纳税范围。税收制度应该重新调整，以反映收入分配。更好的策略是引入新的高税收方案，专门用以从那些收入非常高（如年收入达到100万美元甚至更多）的纳税人那里获取更多收入，而不是一刀切地提高税率或者是单纯朝着最高的税率去执行。

人人都是资本家

我相信某种形式的保障性收入是应对自动化技术兴起的最佳整体解决方案，当然还有其他可行的思路，其中最常见的建议之一是把重点放在财富而不是收入上。在未来的世界里，几乎所有的收入都会依附于资本，人力劳动的价值将所剩无几，那为什么不能简单地确保每个人都拥有足够的资本来获取经济安全呢?

大多数这些建议涉及诸如提高员工的企业持股比例或直接给每个人一笔互助基金余额。在一篇发表于《大西洋月刊》的文章中，经济学家诺亚·史密斯认为，政府可以通过给每个达到18岁的公民购买“多元化的股权投资组合”以赋予他们“资本基金”。受益人如贸然决定把资本“套现或享乐”，将“受到一些相当轻微的管理手段的制止，比如临时性的‘锁定’条款”。

这里的问题在于，“轻微的管理手段”可能还不够。想象未来你的经济生存能力几乎完全由你自己所拥有的东西决定，你的劳动价值甚至一文不值。在那样的一个世界，将不会再有某某失去了一切却通过

努力重回巅峰这样的故事。如果你做了错误的投资，或受害于麦道夫式的骗局，错误将很可能是无法弥补的。如果给予个体对其资本的最终控制权，那么一些不幸的人将不可避免地遇上上述情况。如果发现个人和家庭遭遇这样的状况，我们该如何做呢？他们会“强大到不会失败”吗？如果是这样，也会存在一个明显的道德风险问题：人们很难看到过分冒险的不好。如果不是这样，有一些人就会真正陷入可怕的困境，几乎没有逃脱的希望。

当然，绝大多数人会以负责任的态度面对这种风险。但是，这还是可能会导致其自身的问题。如果你损失了资本，那么意味着你和你的孩子将遭遇贫困，那你还会不会愿意将一大部分资本投资于一个新的企业？401（k）退休计划的相关经验表明，很多人在股市里投资太少，而在他们认为安全的低回报领域投资了太多。在当今资本决定一切的世界，这种偏好的影响很可能会被放大。对于安全资产的巨大需求可能会出现，并因此导致这些资产的回报率会非常低。换句话说，给人们分配财富的解决方案可能会导致与收入保障下出现的佩兹曼效果截然不同的结果。过度的风险厌恶情绪可能会减少创业精神、降低收入，并影响市场需求的活力。注

当然，另一个问题是关于支付这些股权基金。我猜测，大量资本的重新分配将比收入的分配涉及更多的政治问题。托马斯·皮凯蒂在他的《21世纪资本论》一书中提出了一个从现有所有者手中重新分配财富的可能机制：在全世界范围内对财富征税。这种税务需要国家之间相互合作，才能避免资本大规模外逃到低税收管辖地区。但几乎每个人（包括皮凯蒂）都认为，这在可预见的未来是不切实际的。

皮凯蒂的书里包含了2014年的一些关注点，书中认为在未来的数十年，收入和财富的不平等程度日益严重将是必然的进程。皮凯蒂单纯地从分析历史经济数据的角度来探讨不平等问题。他的中心论点是，资本回报率通常比经济增长的总体速率高，从而使得资本所有权

随着时间的推移不可避免地占据经济蛋糕的更大一块。令人惊讶的是，他对我们在这里所关注的趋势没有什么兴趣。事实上，“机器人”一词在他的那本近700页的书上只出现在一页里。皮凯蒂的理论一直受到很大的争议，如果这一理论是正确的，那么我认为技术进步可能会极大地放大他的结论，未来很可能会产生比他的模型所预测的更高程度的不平等。

随着不平等的问题（特别是它对美国的政治进程的影响）越来越多地为公众熟知，皮凯蒂倡导的那种财富税可能有一天会变得可行。如果这样的话，我会说，与其把资本重新分配给个人，倒不如设立一个集中管理的主权财富基金（类似于阿拉斯加基金），利用其产生的收益来资助基本收入。

近期的政策

在可预见的将来，尽管建立收入保障体系很可能在政治上始终不可行，但我们有一些可能会对近期有帮助的办法。

这些想法很多其实是实现大衰退强势复苏的时候通用的经济政策。换句话说，这些方案是我们在任何情况下都应该贯彻实施的，不管是否考虑机器人或自动化对就业的影响。

这些政策中最重要的一条是需要美国投资于公共基础设施，修复和翻新道路、桥梁、学校和机场等是一个巨大的、长期的、永不满足的需求。这样的维护工作最终必须得做，没法绕道而行，而且我们等待的时间越长，最终的花费将越多。联邦政府目前能以接近零的利率借钱，而建筑工人失业率则保持在两位数。美国不在成本较低的时候利用这样的机会进行必要投资的话，日后很可能被判定为一大经济失策。

有人认为，更多的教育和职业培训导向的政策将为技术性失业问题提供一个长期的、系统性的解决方案，对此我表示怀疑。但我也认为，我们确实可以而且应该做一些能够立即改善学生和工人前景的事情。我们可能无法改变技能金字塔顶端的岗位非常有限这一现实，但是对于确实存在机会而工人不具备必要技能的问题，我们一定可以解决。社区大学是一个特别的问题，它们明显需要更多的投资。许多低失业率的职业，尤其是医疗保健相关的领域，比如护理行业，目前都受到明显的教育瓶颈的约束。对于培训的需求实在太大了，但学生却无法进入已经人满为患的教室。总的来说，在培养工人具备就业能力方面，社区大学代表了我们最重要的资源之一。鉴于工作岗位（以及所有的职业）有可能加速蒸发，我们应该努力保证再培训的机会。让有需要的人能够以相对低廉的成本更加容易地上社区大学，同时适当控制那些以营利为首要目的的学校，这将改善很多人的前景。正如我们在第五章所见，慕课和其他创新网络教育也可能最终对职业培训产生颇有意义的影响。

另一个建议主要是关于扩大所得税减免，这是针对美国低收入工人的一种补贴。目前所得税减免主要有两个方面的局限性。首先，失业人员没有资格享用，为了确保工作积极性，该好处只给予能获得收入的人。其次，该方案主要是以子女抚养费的形式补贴。有三个或三个以上子女的单亲家长可能在2013年一年就能获得高达大约6 000美元，而一个没有子女的工人一年只能领到487美元（约每月40美元）。奥巴马政府拟向没有子女的工人扩大享用资格，但这种情况下每年最多仍只能获得约1 000美元的收入。把所得税减免方案改造成一个长期可行的解决方案需要将适用范围也扩大到那些没法找到工作的人，这样的话，这个方案就相当于成了一个收入保障计划。在近期，要以任何方式扩大所得税减免的方案看起来都没有希望，因为国会共和党实际上表示希望削减该方案。

我们的经济很可能越发变得劳动密集，如果你也同意这个看法，那么逻辑上你也会赞成我们的税收计划应从劳动力向资本转移。举个例子，目前支持老年人的项目主要是由工资税资助，而工资税既来自工人也来自雇佣者。在这样的征税方式下，那些高度资本或技术密集的企业从某种程度上可以搭便车，逃避自己的义务，不为支持整个社会利好的项目做出贡献。税收负担在劳动密集型产业和企业的不均衡分配，将进一步刺激企业尽可能地进行从人类劳动力到自动化的转换。最终，整个系统可能会变得不可持续。因此，我们应该过渡到另一种征税方式，要求那些更多地依赖技术以及雇用工人相对较少的企业支付更多。最终，我们将不得不改变这种由工人来支持退休人员并支付社会福利的观念，相反，我们应相信这些是整个经济的责任。毕竟，经济增长的速度远远超过了新的就业机会产生和工资上涨的速度。

如果你觉得这些建议过于雄心勃勃，那么我们至少还有一个简单直接的政策方案。结合我们在本书中探讨过的这些趋势，似乎很明显的一点是，现在还不应该拆除既已存在的社会安全网。如果没有任何可行的替代方案到位，那么就暂时还不能摧毁那些最脆弱的一部分人群所依赖的项目。

美国的政治环境也已经变得如此的不利，即使是最传统的经济政策看起来也难以实现。这样的情况下，很容易就把类似于收入保障计划这样激进的解决方案晾到一边，称其毫无意义。可以理解的是，人们因此会选择着手于更小的、更可能实现的、能够一点一点蚕食问题的措施，同时把一些更大的挑战留到将来去解决。

但这是危险的，因为我们是在沿着信息技术进步的弧线前进。我们正要到达指数曲线的陡峭部分。一切都会更加快速，未来可能在我们经准备好之前就已经到来。

考虑在美国折腾了几十年的时间才实现了全民医疗覆盖，要想带来任何一种全民规模的经济改革，恐怕又是一个极其困难的挑战。从富兰克林·罗斯福首次提出建设国民医疗服务系统以来，过了近80年的时间，《平价医疗法案》才得以通过。当然，在医疗保健这个问题上，美国曾拿其他所有发达国家的长期医疗保健系统作为工作参考。但其他地方并没有收入保障方面的经验作为参考，为了应对未来技术影响，要如何制定政策同样没有参考经验，美国不得不摸着石头过河。鉴于此，我们必须尽快对此展开有意义的讨论。

该讨论需要对劳动力在美国经济中扮演的角色以及人们如何回应激励的根本性假设进行深入探讨。所有人都认为激励是重要的，但也有充分的理由相信，我们的经济激励措施可以适当、安全地加以节制。这对于收入的高低端来说都成立。认为即使适度提高高收入群体的边际税率也会破坏创业精神和投资的假设是得不到支持的。苹果和微软公司都成立于20世纪70年代中期，那时候的最高税率达到了70%，这可以很好地证明企业家并不会花很多时间担心最高税率问题。同样，在低收入群体中，工作动力当然很重要，但在一个像美国这样富裕的国家，也许激励并不需要极致到包括流浪汉和贫困不堪的人。我们害怕会有太多的人搭经济的顺风车，却只有太少的人拉车，这种想法在机器普及的今天也应该调整了，因为机器已越发能够扮演拉车人的角色。

2014年5月，美国就业人数终于回到大衰退前的峰值，从而结束了这段长达6年的史诗般的无就业经济复苏。然而，即使总体就业复苏了，人们还是普遍认为这些工作的质量已显著降低。这场危机已消灭了数以百万计的中产阶级岗位，而在经济复苏的过程中创造的新岗位不成比例地分布在低工资服务性行业。许多人进入了快餐和零售行业，正如我们前面所看到的，这些领域最终很可能会受到机器人技术和自助服务自动化的影响。如此一来，长期失业率和无法找到全职工作的人数将继续保持在高水平。

潜伏在头条新闻的就业数字背后，还有另一个对未来有着不详警告的数字。金融危机爆发后的这些年，美国的劳动适龄成年人已经增加了约1 500万。面对这些涌入劳动力市场的上千万的工人，经济却全然没有创造任何新的就业机会。正如约翰·肯尼迪说过的，“即使想保持现在的状态我们也需要快速行动”。这在1963年时是可能的，但在我们今天的时代，可能这样的目标最终也将无法企及。

---

1. 但我们要记住的是，很多高技能的工作也可能受到境外生产的威胁。

2. 《浅薄》一书已由中信出版社于2010年出版。——编者注

3. 政府和社会一样，都需要跟随时代发展，这一观点得到另一位保守派标志性人物的呼应。以下是托马斯·杰斐逊纪念碑上铭刻的文字：“我不主张法律和宪法经常改变，但是法律和制度应该随着人类思维的发展而进步。随着时代不断发展，变得更加开明，新发明被创造，新的真理被发掘，举止和观点在改变，随着形势的变化，制度也要跟上时代的步伐。我们要求现代文明社会仍遵从野蛮祖先的社会规则，无异于要求一个人一直穿着孩童时代的衣服。”

4. 我们所说的“经济”是所有的生产和销售的产品与服务的总和。经济可以产生大量的低价或者价格适中的商品和服务，或数量非常少的具有非常高价值的商品和服务。第一种方案，需要购买力的广泛分布，这目前由于工作而成为可能。第二种方案，目前还不清楚经济能够产生什么样的产品和服务能够被富裕精英赋予如此高的价值。无论这些高价货物是什么，他们将需要全部由少数幸运的人贪婪地消费，否则经济不会增长，而会收缩。

5. 显然，我没有指那些因为更加合理的理由而离开工作岗位（至少暂时的）的人，比如照顾孩子或其他家庭成员。比如说，对于一些家庭，一份基本收入可以作为解决养老问题的一个办法。

6. 一些经济学家（其中最著名的是美国前财政部长拉里·萨默斯）曾表示经济目前正受困于“长期停滞”，在这种困境下利率接近于零，经济实际运转低于其潜力，有很好的投资机会却没有人投资。我认为，在未来，如果每个人的生存要几乎完全依赖于他的互助基金余额，那么类似的结果也会出现。

结语

就在美国就业岗位总数终于恢复到危机前水平的当月，美国政府发布了两份报告，就未来几十年人们可能要面临挑战的规模和复杂性提供了一些观点。第一份报告是由劳工统计局公布的简要分析，但几乎完全被忽视了。报告观察了美国私营部门的总就业量在15年内是如何变化的。劳工统计局并不是简单地计算工作岗位数量，而是研究了实际的工作时间。

1998年，美国商业部门的工人总计投入了1 940亿小时的劳动。15年后的2013年，美国企业生产的商品和服务价值在调整通货膨胀后增长约3.5万亿美元，产出增长了42%。要完成这些，需要总的人力劳动时间是1 940亿小时。编写报告的劳工统计局经济学家肖恩·斯普拉格（Shawn Sprague）指出，“这意味着这15年的时间里，尽管美国人口增长超过了4 000万，尽管这段时期内有上万家新企业成立，但工人工作总时长根本没有任何增长”。

第二份报告发布于2014年5月6日，洋洋洒洒地占满了《纽约时报》的头版。“国家气候评估”是一个跨部门项目，由60名成员组成的小组负责监督，成员中包括石油行业的代表。该项目宣称，“气候变化，这个曾经被认为是遥远未来的问题，现在已坚定地走到了我们眼前”。报告指出，“夏季比以前更长也更热了，异常酷热的天气长到任何美国人都没有经历过”。美国的暴雨频率已在急剧增加，往往导致洪水和大范围的破坏。该报告预计，到2100年，海平面将上升1~4英尺，还指出“一些沿海城市的居民在暴雨和涨潮时将会更多地看到街道上的洪水”。市场经济已经开始适应气候变化的现实，洪水保险的费用在增加，在易遭洪水威胁的地区甚至变得一保难求。

技术乐观主义者倾向于不理会这种气候变化和环境影响。他们沿着一个维度看待技术：这是一个到处发挥积极作用的力量，其指数级增长几乎肯定会把我们从未来的任何危险中解救出来。丰富的清洁能源助力经济发展，将比我们的预料提早实现，而像海水淡化和更有效垃圾回收这些领域的创新，也将在我们受到任何负面影响之前及时赶到。一定的乐观肯定是有道理的，特别是太阳能发电，最近一直遵循摩尔定律式的趋势，成本正在迅速下降。全球光伏装机容量大约每两年半增加一倍。最极端的乐观主义者认为，到21世纪30年代初我们的能量将全部来自太阳能。尽管如此，一些严峻的挑战依然存在。有一个问题就是，尽管太阳能电池板本身的成本一直在迅速下降，但其他的主要成本如外围设备和安装等，到目前为止还没有相同的进步速度。

一个更为现实的观点认为，如果我们要顺利地减缓和适应气候变化，需要将创新和监管相结合。未来的情形不只是关于技术和环境影响之间的简单较量，而是要复杂得多。正如我们所看到的，信息技术进步也有其自己的阴暗面，如果它导致大规模失业或威胁到美国大部分人口的经济安全，那气候变化带来的问题将在政治上更难解决。

2013年，耶鲁大学和乔治·梅森大学的研究人员调查发现，美国约63%的人认为气候变化正在发生，而只有一半以上的人对未来的影响存有担心。但盖洛普最近的一个调查则从更好的视角来看待这个问题。在“民众最关心的14个问题”清单中，气候变化排在第十四位，处在第一位的是经济。当然，对绝大多数普通人来说，“经济”实际指的是工作和他们的工资。

历史清楚地表明，当就业机会稀少时，对更多人失业的恐惧会成为政治家和特殊利益集团反对对环境采取行动的有力工具。比如，在煤炭开采提供众多就业机会的一些州，尽管其采矿业就业锐减是由机械化而非环境监管造成的，但以环境为理由的抗议已然发生。提供较

少就业岗位的公司一般就让其所处的州和市之间互相争斗，以寻求更低的税收，得到政府补贴并免于监管。

在美国和其他发达国家之外，情况可能会更加危险。如我们所见，全球范围内的工厂职位都在迅速消失。对很多发展中国家来说，借助劳动密集型制造业走向繁荣的道路可能要行不通了，更高效的耕作技术也必然会推动人们远离农业生活方式。这些国家很多都将看到气候变化更为严重的影响，并且已经经历了显著的环境恶化。在最坏的情况下，普遍存在的经济不安全感将与干旱和食品价格上涨结合在一起，最终可能导致社会和政局的不稳。

最大的风险是，我们可能会面临一个“完美风暴”，一种技术失业和对环境的影响几乎同时发生的情况，它们能互相强化甚至放大对方。但是，如果我们能够充分利用先进技术来作为解决方案，同时认识和适应其对就业和收入的影响，那么结果可能会乐观得多。在这些纠缠的势力中找寻出一条路，并创造一个全面安全和繁荣的未来，这可能是我们这个时代最大的挑战。

致谢

首先，我要感谢Basic Books出版公司的整个团队，尤其是出色的编辑T·J·凯莱赫，他与我一起努力，使本书成为现实。我的经纪人，三叉戟媒体的唐费尔，帮助这个项目在Basic Books找到了属于自己的家。

我也非常感谢我以前的书《机器危机》的很多读者，他们写信给我提出建议和批评，还列举一些例子证明自动化的无情趋势如何在现实世界中徐徐展开。里面的很多想法和讨论帮我完善了这本书的写作思路。我特别要感谢莫尔·达维多风险投资公司的阿巴斯·古普塔，他给我指出了本书中列举的很多具体例子，并在阅读本书的初稿后提出了许多宝贵的建议。

本书中的很多图表依靠圣路易斯联邦储备银行提供的绝佳的美联储经济数据生成。具体使用的数据我都在注释中做了说明。我支持所有感兴趣的读者访问圣路易斯联邦储备银行网站，并试试这一出色的资源。我还要感谢经济政策研究所的劳伦斯·米舍尔，他允许我重现了他对美国生产力增长与报酬增长之间巨大差异的研究分析。还有西蒙·科尔顿，感谢他用其富有艺术性的人工智能应用程序“绘画傻瓜”创作了一幅例图。

最后，我要感谢我的家人，尤其是我可爱的妻子赵晓晓，是家人的长期（很多是在深夜）支持与耐心最终帮助我成就了本书。